

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 9 月 29 日 (29.09.2005)

PCT

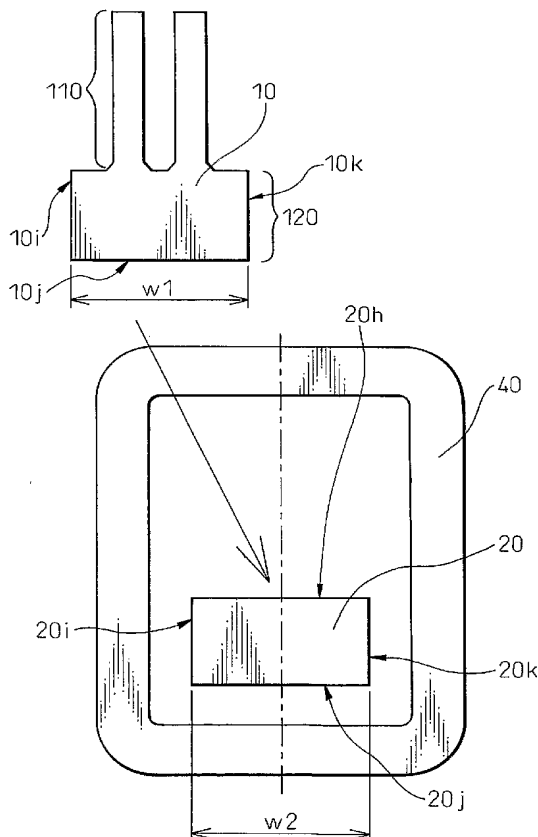
(10) 国際公開番号
WO 2005/090912 A1

- (51) 国際特許分類: G01C 19/56, G01P 9/04, H03H 9/10
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/003429
- (22) 国際出願日: 2005 年 2 月 23 日 (23.02.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-079368 2004 年 3 月 19 日 (19.03.2004) JP
特願2004-083750 2004 年 3 月 23 日 (23.03.2004) JP
特願2004-083755 2004 年 3 月 23 日 (23.03.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シチズン時計株式会社 (CITIZEN WATCH CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1888511 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 12 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 池田 智夫 (IKEDA, Tomoo) [JP/JP]; 〒1888511 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 12 号 シチズン時計株式会社内 Tokyo (JP). 新井 勲 (ARAI, Isao) [JP/JP]; 〒1888511 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 12 号 シチズン時計株式会社内 Tokyo (JP). 宮内 浩 (MIYAUCHI, Hiroshi) [JP/JP]; 〒1888511 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 12 号 シチズン時計株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 青木 篤, 外(AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目 5 番 1 号 虎ノ門 3 7 森ビル 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

[続葉有]

(54) Title: OSCILLATION DEVICE AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

(54) 発明の名称: 振動子デバイスとその製造方法



(57) Abstract: An oscillation device reduced in size, stabilized in oscillation characteristics, and increased in reliability by joining an oscillator to a package accurately at a specified position and a specified angle. The device is characterized by comprising the oscillator having a base part with a first reference part and oscillating legs, the package, a pedestal installed in the package and having a second reference part, and a joining material for fixing the oscillator to the pedestal by self-alignment utilizing surface tension to align the first reference part with the second reference part.

(57) 要約: 本発明は振動子をパッケージの所定の位置に所定の角度に正確に位置合わせをして接合させることによって、小型で振動特性が安定した信頼性の高い振動子デバイスを提供することが目的である。本発明に係る振動子デバイスは、第1の基準部を有する基部及び振動脚を有する振動子と、パッケージと、パッケージ内に設けられ第2の基準部を有する台座と、第1の基準部を第2の基準部に合わせるように、表面張力を利用したセルフアライメントによって、振動子を台座に固定するための接合材とを有することを特徴とする。

WO 2005/090912 A1



ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

振動子デバイスとその製造方法

技術分野

本発明は、振動子をパッケージ内に組み込んで使用する小型の振動子デバイスとその製造方法に関する。

背景技術

近年、HDD（ハード・ディスク・ドライブ）、モバイルコンピュータ、あるいはICカード等の小型の情報機器や、携帯電話、自動車電話、あるいはページングシステム等の移動体通信機器において、装置を小型薄型化しようという目覚ましい動きがある。したがって、そのような装置に用いられる水晶振動子等に代表される水晶デバイスにも小型薄型化の要求が高まっている。

こうした水晶デバイスの中でも、特にナビゲーションシステムの角速度検出やビデオカメラの手ぶれ制御に使われるジャイロセンサ装置は、小型薄型化の他に、高精度化の要求も高い。

こうした小型薄型化且つ高精度化の流れにおいて、水晶基板から切り出された微小な水晶片を、小型のパッケージの中に精度良く、且つ良好な一定気圧状態で設置させることが重要になってきた。

水晶デバイスの一例として、音叉型の水晶片を用いた、時計用の32.768 KHzの水晶振動子が知られている（例えば、特許文献1：JP-A-2002-9577；第4頁、図18）。

図33は、上記の水晶振動子の構造の概略を示した要部断面図である。

水晶振動子80は、水晶基板から音叉型に切り出され、その表面

に駆動用の金属電極（図示せず）を形成された水晶片 8 1 が、セラミック材料で形成されたパッケージ 8 5 に備え付けられた台座 8 3 に接着剤 8 4 で接合され、透明なガラス材料またはセラミック材料で形成された蓋体 8 6 により真空雰囲気中で封止された構成を有している。

上記水晶振動子 8 0 は、以下に示すように作成される。

まず、図 3 3 に示されているように、パッケージ 8 5 に、図 3 3 において下面から上面に貫通する微小な貫通穴を予め形成する。

次に、パッケージ 8 5 に備え付けられた台座 8 3 に水晶片 8 1 の基部を熱硬化性の接着剤 8 4 で接合する。

次に、蓋体 8 6 をパッケージ 8 5 上にかぶせて接合する第 1 の封止工程を行う。

次に、第 2 の封止工程を行う。第 2 の封止工程では、真空中にてパッケージ 8 5 の貫通穴に金属製の封止材 8 7 を挿入し、この封止材 8 7 にレーザ光または電子ビームを照射して、レーザ光または電子ビームのエネルギーを利用して封止材 8 7 を加熱する。これにより、封止材 8 7 は熔融し貫通穴内部を塞ぎ、その結果パッケージ 8 5 内は真空状態で封止される。

なお、水晶発振器、ジャイロセンサ装置など他の水晶デバイスも、上述した方法とほぼ同じ方法により作成される。

このような水晶振動子において、水晶片 8 1 をパッケージ 8 5 に備え付けられた台座 8 3 に接合する工程では、水晶片 8 1 の基部よりも大きめに作られた台座 8 3 上に、水晶片 8 1 を適度に位置合わせして配置させた後、接着剤 8 4 によって接合していた。

図 3 4 はこのような水晶振動子における水晶片の接合不良を示した図である。

接着剤 8 4 が熱により硬化する時には、粘度の変化や応力の変化

が生じる。この時に、台座 8 3 の表面状態（濡れ性、表面荒れ、汚れ等）の影響によって、水晶片 8 1 が無造作に予定していない方向に引っ張られ、その結果、図 3 4 A に示すように水晶片 8 1 がパッケージ 8 5 の中心軸からずれて接合されてしまったり、図 3 4 B に示すように、水晶片 8 1 の振動脚 8 2 の長手方向がパッケージ 8 5 の中心軸に対して θ の角度で傾いて接合されてしまったりすることが多々あった。

水晶片 8 1 がパッケージ 8 5 内で傾いて接合されると、最悪の場合、図 3 4 B に示すように、水晶片 8 1 がパッケージ 8 5 に接触してしまうことがある。その場合、設計通りの振動が発生しなかったり、振動脚 8 2 が破損してしまったりすることもある。こうした不良は信頼性を悪くする原因となるため、従来の水晶振動子ではパッケージをある程度大きく設計して、こうした不良の発生を回避していた。その結果、従来の水晶振動子では小型化が難しかった。なお、この課題は水晶振動子に限ったものではなく、水晶デバイス全般に言える課題である。

水晶デバイスの中の一つの応用製品として、自動車等の位置を検出するナビゲーションシステムに使われるジャイロセンサ装置がある。ジャイロセンサ装置では、パッケージ内での水晶片の取付け角度が角速度の検出精度に大きく関わる。通常、ジャイロセンサ装置では、水晶片の振動脚をジャイロセンサ装置の回転軸 Z と平行になるように設置し、回転軸 Z に直交するような方向に振動脚を振動させるようにして、正確な角速度 Ω を検出していた。しかしながら、従来用いられているような水晶片の接合方法では、パッケージに対して水晶片の傾きを正確に位置決めすることが難しく、その結果、精度の低いジャイロセンサ装置が出来上がることが多いという問題点があった。

また、装置の回路基板に表面実装が可能な表面実装タイプの圧電デバイスが知られている（例えば、JP-A-2003-152499；第5頁、図3、図4）。

図35に、上記圧電デバイスの概略構成の断面図を示す。

圧電デバイス90は、パッケージ91内に圧電振動体92を収容している。パッケージ91は、例えば、セラミックスグリーンシートを積層して焼結した酸化アルミニウム質焼結体等の基板で、浅い箱状に形成されている。積層した場合に内側に所定の内部空間Sを形成する。内部空間Sの底部には、パッケージ91の幅方向の各端部付近に、Au及びNiメッキが施された電極部93が所定の間隔を隔てて形成されている。電極部93は、外部と接続されて、駆動電圧を供給するものである。

図36に圧電デバイス90における圧電振動体92と電極部93との接合部の拡大図を示す。

各電極部93の上に、シリコン系の導電性接着剤94が塗布されている。導電性接着剤94の上に圧電振動体92の基部92aを載置して、軽く抑えた際に、導電性接着剤94が押されて広がる。導電性接着剤94が硬化されることにより、圧電振動体92と電極部93とが接合される。導電性接着剤94を塗布して、軽く抑えた際に、流れた導電性接着剤94は、圧電振動体92の引き出し電極95を囲むように形成された溝部96に阻まれる。したがって、各電極部93は、互いに接触することなく、短絡が有効に防止される。パッケージ91の開放された上端は、低融点ガラスなどのロウ材を介して蓋体97が接合されることにより、封止されている。蓋体97を透過したレーザ光により周波数調整を行うために、この蓋体97は、光を透過させる材料、例えば、ガラスで形成されている。

上記圧電デバイス90を用いたジャイロセンサ装置では、圧電振

動体 9 2 の電極 9 5 に交流電圧を印加し、圧電振動体 9 2 を駆動方向の固有振動数で駆動方向に速度 v で屈曲振動をさせる。この状態では、圧電振動体 9 2 の音叉部が音叉部の長手方向の中心軸周りに角速度 ω で回転し、圧電振動体 9 2 には、 $F = 2 m v \omega$ のコリオリ力が発生する。上記圧電デバイス 9 0 を用いたジャイロセンサ装置では、このコリオリ力による振動に基づく出力電圧によって角速度を検出する構成になっている。そして、このようなジャイロセンサ装置では、検出すべきコリオリ力の発生方向に対して音叉型水晶振動子の脚部が所定の方角になるように構成されている。仮に、コリオリ力の発生方向に対して音叉型水晶振動子の脚部が傾いて取り付けられると、脚部に発生するコリオリ力は傾きに依じた分力となり、発生する出力電圧も不正確なものとなって、検出結果としては精度の悪いものとなる。そのため、ジャイロセンサ装置においては、音叉型振動子の取り付け精度を向上させて検出結果の精度を向上させる必要があった。

上記圧電デバイス 9 0 では、圧電振動体 9 2 の基部 9 2 a を、セラミックパッケージ 9 1 に取付ける時に、導電性接着剤 9 4 の塗布量の量、塗布位置のズレなどにより、2つの電極面間で導電性接着剤 9 4 の表面張力バランスがくずれ、圧電振動体 9 2 の基部 9 2 a が傾いて取付けられる恐れがある。圧電振動体 9 2 が所定の位置に位置決めされないと、性能が不安定になると言う問題があった。また、圧電振動体 9 2 の取り付け精度を向上させるために、導電性接着剤 9 4 が硬化するまでの間、位置決め治具などを使用して位置決めを行わなければならない。しかしながら、位置決め治具を利用すると、圧電振動体 9 2 の接合工程の作業性が悪化するという問題があった。

発明の開示

本発明の目的は、小型で信頼性の高い振動子デバイス及びその製造方法を提供することである。

また、本発明の目的は、正確な角速度の検出が可能な高精度且つ小型で、信頼性の高いジャイロセンサ装置を提供することにある。

本発明に係る振動子デバイスは、第1の基準部を有する基部及び振動脚を有する振動子と、パッケージと、パッケージ内に設けられ第2の基準部を有する台座と、第1の基準部を第2の基準部に合わせるように、表面張力を利用したセルフアライメントによって、振動子を台座に固定するための接合材と、を有することを特徴とする。

また、本発明に係る振動子デバイスでは、第1の基準部は基部の外形を形成する3つの直線部を有し、第2の基準部は第1の基準部の3つの直線部と同じ位置関係にある3つの直線部を有することが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスでは第2の基準部の3つの直線部の内の1つは、パッケージの内壁と台座との接線であることが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスでは、第1の基準部は水晶片の外形を形成する2つの側壁面を有し、第2の基準部は2つの測壁面に対応した2つの接合面を有することが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスでは、台座が複数の凸部の集合体から構成されることが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスでは、第1の基準部は基部の外形を形成する3つの直線部を複数組有し、第2の基準部は第1の基準部の各組の3つの直線部とそれぞれ同じ位置関係にある3つの直線部を複数組有することが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスでは、第1の基準部は振動子の外形を形成する3つの直線部を有し、第2の基準部は第1の基準部の内の少なくとも2つの直線部と同じ位置関係にある2つの直線部を有し、パッケージの内壁は第1の基準部の内の少なくとも1つの直線部と対応した接合面を有することが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスでは、接合面又はパッケージの内壁に凹部を有することが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスでは、基部の幅（W）と台座の幅（Wd）とは $0.86W < Wd < 1.16W$ の関係にあることが好ましく、さらに基部の幅と台座の幅とが略等しいことが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスでは、パッケージは凹部を有し、台座は凹部内に設けられていることが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスでは、凹部内に設けられた水晶片への配線部と、配線部と台座との間に設けられた余剰の接合材を溜めるための溝部とをさらに有することが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスでは、パッケージはセラミックパッケージであることが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスでは、第1の基準部は第1の方向に向かって平行に形成されている複数の溝であり、第2の基準部はほぼ第1の方向に向かって平行に形成されている複数の溝を有することが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスでは、第1の基準部に形成された溝の本数と第2の基準部に形成された溝の本数は同じであることが好ましい。

本発明に係る振動子デバイスの製造方法は、第1の基準部を有する基部及び振動脚を有する振動子を形成する工程と、第2の基準部

を有する台座を有するパッケージを形成する工程と、接合材の表面張力を利用したセルフアライメントによって、第 1 の基準部を第 2 の基準部に合わせるように、振動子を台座に配置する工程と、接合材を硬化させる工程と、有することを特徴とする。

また、本発明に係る振動子デバイスの製造方法では、第 1 の基準部は基部の外形を形成する 3 つの直線部を有するように形成され、第 2 の基準部は第 1 の基準部の 3 つの直線部と同じ位置関係にある 3 つの直線部を有するように形成されることが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスの製造方法では、第 2 の基準部の 3 つの直線部の内の 1 つは、パッケージの内壁と台座との接線であることが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスの製造方法では、第 1 の基準部は振動子の外形を形成する 2 つの側壁面を有するように形成され、第 2 の基準部は 2 つの側壁面に対応した 2 つの接合面を有するように形成されることが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスの製造方法では、台座が複数の凸部の集合体から構成されるように形成されることが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスの製造方法では、第 1 の基準部は基部の外形を形成する 3 つの直線部を複数組有するように形成され、第 2 の基準部は第 1 の基準部の各組の 3 つの直線部とそれぞれ同じ位置関係にある 3 つの直線部を複数組有するように形成されることが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスの製造方法では、振動子は、エッチング法によって形成されることが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスの製造方法では、台座は、パッケージと一体的に形成されることが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスの製造方法では、第 1 の基準

部は振動子の外形を形成する 3 つの直線部を有するように形成され、第 2 の基準部は第 1 の基準部の内の少なくとも 2 つの直線部と同じ位置関係にある 2 つの直線部を有し、且つパッケージの内壁は第 1 の基準部の内の少なくとも 1 つの直線部と対応した接合面を有するように形成されることが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスの製造方法では、接合面又はパッケージの内壁に凹部を有するように形成されることが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスの製造方法では、基部の幅 (W) と台座の幅 (W_d) とは $0.86W < W_d < 1.16W$ の関係にあることが好ましく、さらに基部の幅と台座の幅とが略等しいように形成されることが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスの製造方法では、パッケージは凹部を有するように形成され、台座は凹部内に設けられるように形成されることが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスの製造方法では、パッケージは、凹部内に水晶片への配線部と、配線部と台座との間に設けられた余剰の接合材を溜めるための溝部とを有するように形成されることが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスの製造方法では、パッケージはセラミックパッケージであることが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスの製造方法では、第 1 の基準部は第 1 の方向に向かって平行に形成されている複数の溝を有するように形成され、第 2 の基準部はほぼ第 1 の方向に向かって平行に形成されている複数の溝を有するように形成されることが好ましい。

また、本発明に係る振動子デバイスの製造方法では、第 1 の基準

部に形成された溝の本数と第2の基準部に形成された溝の本数は同じであることが好ましい。

さらに、本発明に係る振動子デバイス又は振動子デバイスの製造法では、振動子は水晶片であることが好ましい。

また、本発明は、基部と該基部から突出して形成される複数の振動脚とを有する水晶片がパッケージ内に組み込まれた水晶デバイスであって、水晶片の基部の外形線に、少なくとも3本の直線部を有しており、パッケージには前記水晶片を接合するための台座が備わっており、台座の水晶片が接合される面の外形線にも、水晶片の基部の外形線に形成される任意の3本の直線部と同じ位置関係にある3本の直線部を有しており、水晶片の基部の外形線に形成される3本の直線部と台座の水晶片が接合される面の外形線に形成される3本の直線部とが重なり合って接合されている水晶デバイス、であることを特徴とする。

また、本発明は、基部と該基部から突出して形成される複数の振動脚とを有する水晶片がパッケージ内に組み込まれた水晶デバイスであって、水晶片の基部には、少なくとも2つの側壁面を有しており、パッケージには前記水晶片を接合するための台座が備わっており、台座の水晶片が接合される面の周囲にも、水晶片の基部に形成される任意の2つの側壁面と同じ位置関係にある2つの壁面が形成されており、水晶片の基部に形成される2つの側壁面と、台座の水晶片が接合される面の周囲に形成される2つの壁面とが向かい合って接合されている水晶デバイス、であることを特徴とする。

また、本発明は、基部と該基部から突出して形成される複数の振動脚とを有する水晶片がパッケージ内に組み込まれた水晶デバイスの製造方法であって、外形線に少なくとも3本の直線部を有した基部を備えた水晶片を形成する工程と、水晶片との接合面の外形線に

、水晶片の基部の外形線に形成される任意の３本の直線部と同じ位置関係にある３本の直線部を有した台座を備えたパッケージを形成する工程と、台座の接合面上に接着剤を介して水晶片の基部を配置させる工程と、接着剤を硬化させる工程とを有する水晶デバイスの製造方法、であることを特徴とする。

また、本発明は、基部と該基部から突出して形成される複数の振動脚とを有する水晶片がパッケージ内に組み込まれた水晶ジャイロであって、水晶片の基部における平面の形状が、少なくとも３本の直線部を有した形状からなっており、パッケージには水晶片を接合するための台座が備わっており、台座の水晶片が接合される面の形状が、複数の直線部を有する形状で形成されており、水晶片が接合される面に形成される複数の直線部のうち、水晶片の基部における平面に形成される任意の３本の直線部と同じ位置関係にある３本の直線部が２組以上形成されており、水晶片の基部の平面に形成される３本の直線部と、台座の前記水晶片が接合される面に形成される任意の３本の直線部とが位置合わせをして接合される水晶ジャイロ、であることを特徴とする。

また、本発明は、基部と該基部から突出して形成される複数の振動脚とを有する水晶片がパッケージ内に組み込まれた水晶ジャイロの製造方法であって、外形線に少なくとも３本の直線部を有した基部を備えた水晶片を形成する工程と、水晶片との接合面の外形線に前記水晶片の基部の外形線に形成される任意の３本の直線部と同じ位置関係にある３本の直線部を２組以上有する台座を備えたパッケージを形成する工程と、水晶片の基部の平面に形成される３本の直線部と、台座の前記水晶片が接合される面に形成される任意の３本の直線部とを位置合わせする工程と、台座の接合面上に接着剤を介して水晶片の基部を配置させる工程と、接着剤を硬化させる工程と

を有する水晶ジャイロの製造方法、であることを特徴とする。

また、本発明は、基部と該基部から突出して形成される複数の振動脚とを有する水晶片がパッケージ内に組み込まれた水晶デバイスであって、水晶片の基部に複数の溝が一定の方向に向かって平行に形成されており、パッケージに前記水晶片を接合するための台座が備わり、該台座に複数の溝が一定の方向に向かって平行に形成されており、水晶片の基部に形成される溝と、台座に形成される溝とがほぼ同じ方向に沿って配置されている水晶デバイス、であることを特徴とする。

また、本発明は、基部と該基部から突出して形成される複数の振動脚とを有する水晶片がパッケージに備わる台座に固定された水晶デバイスの製造方法であって、水晶片の基部にエッチング法によって複数の溝を形成する工程と、パッケージに備わる台座に複数の溝を形成する工程と、水晶片の基部に形成される溝と、台座に形成される溝とがほぼ同じ方向に沿うようにして配置させ、溝が形成されている水晶片の基部と前記溝が形成されている台座との間に接着剤を挟み込む工程と、接着剤を固化させ、水晶片の基部と前記台座とを接合する工程とを有する水晶デバイスの製造方法、であることを特徴とする。

また、本発明は、基部と該基部から突出して形成される複数の振動脚とを有する水晶片がパッケージ内に組み込まれた水晶ジャイロであって、水晶片の基部に複数の溝が振動脚の長手方向に沿って平行に形成されており、パッケージには前記水晶片を接合するための台座が備わり、該台座に複数の溝が検出しようとする角速度の回転軸方向に沿って平行に形成されており、水晶片の基部に形成される溝と、台座に形成される溝とがほぼ同じ方向に沿って配置されている水晶ジャイロ、であることを特徴とする。

また、本発明は、基部と該基部から突出して形成される複数の振動脚とを有する水晶片がパッケージに備わる台座に固定された水晶ジャイロの製造方法であって、水晶片の基部にエッチング法によって複数の溝を形成する工程と、パッケージに備わる台座に複数の溝を形成する工程と、水晶片の基部に形成される溝と、台座に形成される溝とがほぼ同じ方向に沿うようにして配置させ、溝と形成されている水晶片の基部と前記溝が形成されている台座との間に接着剤を挟み込む工程と、接着剤を固化させ、水晶片の基部と台座とを接合する工程とを有する水晶ジャイロの製造方法、であることを特徴とする。

また、本発明は、振動部と基部とを有する圧電振動体の基部を支持基板に接着剤で固定した振動子デバイスにおいて、支持基板は前記基部を搭載するための台座部を有し、台座部の幅は、基部の幅と略同じであることを特徴とする振動子デバイス、であることを特徴とする。

本発明に係る振動子デバイス又は振動子デバイスの製造方法では、水晶片の基部に、基部の外形を形成する少なくとも３本の直線部を有し、台座の振動子との接合面の形状にも、振動子の基部に形成される３本の直線部と同じ位置関係にある３本の直線部を有している。これら振動子の基部の３本の直線部と台座の接合面の３本の直線部を認識しながら位置合わせすることによって、振動子と台座とを、ほぼ正確に、所定の位置に、所定の角度で位置合わせすることが可能になる。

また、振動子の基部が有する３本の直線部と台座の接合面の３本の直線部とを同じ位置関係にすると、振動子の基部の外形形状と台座の接合面の外形形状とがほぼ同じ形状になる。

振動子と台座とが、本発明に係る振動子デバイスのような関係に

ある場合、仮に、振動子が台座に対して位置ずれした状態で接着剤を介して置かれたとしても、接着剤が硬化する前に、接着剤の表面張力によって接着剤の表面積が最小なるように力が働き、振動子と台座とが重なり合うように作用する。この場合、振動子の基部の外形形状と台座の接合面の外形形状が全く同じ寸法で一致している時に、振動子の基部と台座とがぴったりと重なり合い、最も位置精度良く位置決めすることが可能である。

すなわち、振動子の基部の外形形状と台座の接合面の外形形状とがほぼ同じ形状にすることによって、水晶片と台座が備わるパッケージとの位置ずれを少なくするという効果がある。

また、本発明に係る振動子デバイス又は振動子デバイスの製造方法では、振動子の基部に振動脚の長手方向と同じ方向に向かった微細な溝を形成し、台座に微細な溝を形成した。振動子の基部に形成された溝と、台座に形成された溝とを同じ方向になるようにして合わせ、各々の溝内に接着剤を塗布する。接着剤は液状のため、溝に流れ込んだ接着剤には毛細管力がはたらき、この毛細管力によって、振動子は、振動子に刻まれた溝の方向と台座に刻まれた溝の方向が平行になるように、自動的に引っ張られる。振動子に形成された溝は、振動脚の長手方向と同じ方向に刻まれているので、振動子に刻まれた溝の方向と台座に刻まれた溝の方向が平行になるということとは、振動脚が台座に刻まれた溝の方向に沿って配置されることになる。このようにして、振動子はパッケージに対して傾くことなく所定の方向に固定することが可能になる。

上記のような微細な溝は、エッチング法によって形成すると、ミクロンレベルの精度で正確に形成することが可能である。よってエッチング法で形成された溝を利用することによって、振動子の配置がより正確になる。

本発明に係る振動子デバイス及び振動子デバイスの製造方法によれば、振動子をパッケージの所定の位置に正確に配置させて接合することができるため、振動子がパッケージに接触してしまうといった問題がなくなり、安定した振動特性が得られるようになる。その結果、信頼性の高い振動子デバイスを得ることができる。

また、本発明に係る振動子デバイス及び振動子デバイスの製造方法によれば、パッケージを小さくしても振動子がパッケージに接触し難くなったため、小型の振動子デバイスを得ることができる。

さらに、本発明に係る振動子デバイス及び振動子デバイスの製造方法によれば、本発明に係る振動子デバイスを利用して、安定した精度の高い角速度の検出することができるジャイロセンサ装置を提供することができる。

さらに、本発明に係る振動子デバイス及び振動子デバイスの製造方法によれば、本発明に係る振動子デバイスを利用して、ナビゲーションシステムの使い方に応じた、最適な構成のジャイロセンサ装置を容易に提供することができる。

さらに、本発明に係る振動子デバイスは、振動子の接着部である基部の幅と、パッケージの接着部である台座の幅を、略同等に設定し、振動子の基部とパッケージの台座を接着剤で接着する構成を有しているので、接着剤のセルフアライメント機能が発揮される。したがって、振動子（圧電振動体）の傾きを、所望の範囲、例えば、 $\pm 5^\circ$ 以内に収めることができる。すなわち、本発明に係る振動子デバイスを利用すれば、ジャイロセンサ装置の検出精度を高めることができる。さらに、パッケージの内壁部と振動子の基部端面の接触部において、パッケージの内壁部の一部に切り欠き（凹部）を設け、振動子の基部の側面に残存するバリを、凹部に入るように構成すれば、側壁部との接触が防止されるため、製品バラツキの少ない

安定した性能の振動子デバイスを提供することが可能である。

図面の簡単な説明

図 1 は、第 1 の実施形態に係る水晶デバイスにおける水晶片の取り付け位置を示した平面図である。

図 2 は、第 1 の実施形態に係る水晶デバイスにおける水晶片と台座の接合状態を示した図である。

図 3 A、図 3 B 及び図 3 C は、第 1 の実施形態に係る水晶デバイスの製造方法を示す図である。

図 4 は、第 2 の実施形態に係る水晶デバイスにおける水晶片の取り付け位置を示した平面図である。

図 5 は、第 2 の実施形態に係る水晶デバイスにおける水晶片と台座の接合状態を示した図である。

図 6 は、第 3 の実施形態に係る水晶デバイスにおける水晶片の取り付け位置を示した平面図である。

図 7 は、第 3 の実施形態に係る水晶デバイスにおける水晶片と台座の接合状態を示した図である。

図 8 A は第 4 の実施形態に係る水晶デバイスにおける水晶片の取り付け位置を示した平面図であり、図 8 B は図 8 A の断面図である。

図 9 は、第 4 の実施形態に係る水晶デバイスにおける水晶片と台座の接合状態を示した図である。

図 10 A は第 5 の実施形態に係る水晶デバイスにおける水晶片の取り付け位置を示した平面図であり、図 10 B は図 10 A の断面図である。

図 11 は、第 5 の実施形態に係る水晶デバイスにおける水晶片と台座の接合状態を示した図である。

図 1 2 A は第 6 の実施形態に係る水晶デバイスにおける水晶片の取り付け位置を示した平面図であり、図 1 2 B は図 1 2 A の断面図である。

図 1 3 A は第 6 の実施形態に係る水晶デバイスにおける水晶片と台座の接合状態を示した図であり、図 1 3 B は図 1 3 A の一部分の拡大図である。

図 1 4 A は第 7 の実施形態に係る水晶デバイスにおける水晶片の取り付け位置を示した平面図であり、図 1 4 B は図 1 4 A の断面図である。

図 1 5 は、第 7 の実施形態に係る水晶デバイスにおける水晶片と台座の接合状態を示した図である。

図 1 6 A 及び図 1 6 B は、ナビゲーションシステム内でのジャイロセンサ装置の取付け角度と検出しようとする角速度の回転軸の関係を表した図である。

図 1 7 は、ジャイロセンサ装置を備えたナビゲーションシステムの構成図である。

図 1 8 は、第 8 の実施形態に係る水晶デバイスにおける水晶片の取り付け位置を示した平面図である。

図 1 9 は、第 8 の実施形態に係る水晶デバイスにおける水晶片と台座の接合状態の一例を示した図である。

図 2 0 は、第 8 の実施形態に係る水晶デバイスにおける水晶片と台座の接合状態の他の例を示した図である。

図 2 1 は、第 9 の実施形態に係る水晶デバイスにおける溝付きの水晶片と溝付きの台座を示した斜視図である。

図 2 2 は、第 9 の実施形態に係る水晶デバイスにおける溝付きの台座が備えられたパッケージの斜視図である。

図 2 3 は、第 9 の実施形態に係る水晶デバイスにおける溝付きの

台座と水晶片の取り付け位置を示した平面図である。

図 2 4 は、第 9 の実施形態に係る水晶デバイスにおける溝付きの水晶片と溝付きの台座を接合した状態図である。

図 2 5 は、第 9 の実施形態に係る水晶デバイスにおける水晶片の接合状態を示した平面図である。

図 2 6 は、水晶デバイスの取り付け状態を示した図である。

図 2 7 は、第 9 の実施形態に係る水晶デバイスをジャイロセンサ装置に適用した場合の説明図である。

図 2 8 は、第 1 0 の実施形態に係るジャイロセンサ装置の展開斜視図である。

図 2 9 は、図 2 8 の断面図である。

図 3 0 は、図 2 8 に示す圧電振動体を取付けた支持基板を基板に組込む前の状態の斜視図である。

図 3 1 A は図 2 8 に示す支持基板の台座に圧電振動体を載置した状態を示す平面図、図 3 1 B はその断面図である。

図 3 2 A は図 2 8 に示す支持基板の台座に圧電振動体を載置した状態を示す平面図、図 3 2 B はその断面図である。

図 3 3 は、従来の水晶振動子の構造の概略を示した要部断面図である。

図 3 4 A 及び B は、水晶振動子における水晶片の接合不良を示した図である。

図 3 5 は、従来の圧電デバイスの概略構成の断面図を示す。

図 3 6 は、図 3 5 に示す圧電デバイスの接合部の拡大図を示す。

発明を実施するための最良の形態

以下図面を参照して本発明に係る振動子デバイス及びその製造方法、並びに本発明に係るジャイロセンサ装置及びその製造方法につ

いて説明する。

本発明は、振動子に設けられた第 1 の基準部、台座に設けられた第 2 の基準、及び接合のための接合剤によるセルフアライメント作用によって、振動子を正確にパッケージの台座の所定位置に接合することを特徴としている。以下に示す実施形態に基づいて、そのような本発明を実現するための構成及びそれらの構成による具体的作用について説明する。しかしながら、以下に示す実施形態は一例であって、本発明はこれらに限定されるものではない。

(第 1 の実施形態)

図 1 は本発明に係る水晶デバイスにおける接合面の形状が矩形形状である台座を備えたパッケージと水晶片の取り付け位置を示した平面図である。

第 1 の実施形態に係る水晶デバイスに用いられる水晶片 10 は、基部 120 と、基部 120 から突出して形成される複数の振動脚 110 とから構成した。一方、この水晶片 10 が組み込まれるパッケージ 40 には台座 20 を形成し、水晶片 10 の基部 120 を接着剤等を介して台座 20 と接合した。

図 1 に示すように、水晶片 10 の基部 120 の平面形状は、3本の直線部 10i、10j、10k を有する外形線から形成した。直線部 10i と直線部 10k は一定の間隔 w_1 で平行して配置し、直線部 10j は直線部 10i、10k それぞれと垂直に配置した。

一方、台座 20 の上部平面、すなわち水晶片 10 の基部 120 と接合される面には、4本の直線部 20h、20i、20j、20k からなる外形線で構成される矩形形状とした。直線部 20i と直線部 20k は一定の間隔 w_2 で平行して配置し、直線部 20h、20j は直線部 20i、20k それぞれと垂直に配置した。

図 2 は、図 1 に示す水晶片 10 と台座 20 との接合状態を示した図である。

図 2 において斜線部の領域は接着剤を介して水晶片 10 と台座 20 とが接合されている部分である。図 2 に示す接合状態、及び図 1 に示す水晶片 10 と台座 20 との形状からわかるように、本発明に係る水晶デバイスでは、水晶片 10 の基部 120 の外形線である直線部 10 i と台座 20 の接合面の外形線である直線部 20 i とが重なり合い、水晶片 10 の基部 120 の外形線である直線部 10 j と台座 20 の接合面の外形線である直線部 20 j とが重なり合い、及び水晶片 10 の基部 120 の外形線である直線部 10 k と台座 20 の接合面の外形線である直線部 20 k とが重なり合っ接合されるように構成した。

すなわち、直線部 10 i と直線部 10 k との間隔 w_1 と、直線部 20 i と直線部 20 k との間隔 w_2 は、ほぼ同じ寸法の間隔とした。また、水晶片 10 の基部 120 に形成される 3 本の直線部 10 i、10 j、10 k（第 1 の基準部）と、台座 20 に形成される 3 本の直線部 20 i、20 j、20 k（第 2 の基準部）とを、ほぼ同じ位置関係になるように構成した。

このような構成は以下に示す製造方法とそれに伴う作用によって達成でき、その結果、水晶片 10 を位置ずれさせることなくパッケージ 40 内の台座 20 に接合させることができるようになった。

図 3 は、図 1 及び図 2 に示す水晶デバイスの製造方法を示した図である。なお、図 3 は、図 2 における断面図 D-D を示している。

まず、所定の大きさの基部を有する水晶片 10 と、所定の大きさの台座 20 を備えたパッケージ 40 を、別々に形成する。本実施形態では水晶片 10 は水晶基板をエッチング法によって形成した。エッチング法は、ミクロンレベルの精度での加工が可能であるため、

非常に正確な外形寸法で水晶片 10 を形成することができた。一方、パッケージ 40 とそれに備え付けられた台座 20 は、グリーンシートを成形しさらに焼結して作製する一般的なセラミックスの製造方法によって、一体化させて形成した。パッケージ 40 とそれに備え付けられた台座 20 を一体化して形成することで、所定の位置に正確に台座 20 が配置されたパッケージ 40 を形成することができた。

次に、図 3 A に示すように、このようにして形成された台座 20 の上部平面、すなわち水晶片 10 の基部と接合される面の上に、接着剤 30 を、ディスペンサー等を用いて適量塗布した。次に、接着剤 30 を介して台座 20 上に水晶片 10 を設置した。この時、図 1 で示される水晶片 10 の基部 120 に形成される 3 本の直線部 10 i、10 j、10 k と台座 20 に形成される 3 本の直線部 20 i、20 j、20 k とを目視によって認識しながら位置合わせする、又は所定の光学装置を利用した画像処理によって認識しながら位置合わせすることにより、従来よりも少ない位置ずれ量で位置決めすることができた。

図 3 B に示すように、水晶片 10 が台座 20 に対して位置ずれした状態で設置された場合、接着剤 30 の表面張力によって接着剤 30 の表面積 s_1 が最小なるように力（図中矢印で表示されている力）が働く。したがって、水晶片 10 と台座 20 が重なり合うように、力が作用し、位置ずれの補正が自動的に行われる。その結果、図 1 で示される水晶片 10 の基部 120 に形成される 3 本の直線部 10 i、10 j、10 k と台座 20 に形成される 3 本の直線部 20 i、20 j、20 k が合わさるように、水晶片 10 と台座 20 が位置合わせされる。

最終的には、図 3 C に示すように、接着剤 30 の表面積が最小（

s 2) になった時点で位置合わせが終了する。この後、接着剤 30 を硬化させて本発明に係る水晶デバイスの水晶片 10 とパッケージ 40 との接合が完了する。本実施形態では接着剤 30 に熱硬化性接着剤を使用したので、加熱によって接着剤を硬化させたが、この他に、紫外線硬化性接着剤、二液混合硬化性接着剤、はんだ等も使用可能である。なお、このように自動的に位置ずれを補正し位置合わせをする手法は、一般にセルフアライメントと呼ばれる。すなわち、瞬間的に固着せずセルフアライメント可能であれば、接着剤及びはんだを含んだ接合材全般を本実施形態に利用することができる。さらに、この点は、以下に説明するすべての実施形態にも適応される。

以上に示したように、第 1 の実施形態に係る水晶デバイスの製造方法では、水晶片 10 の基部 120 に形成される 3 本の直線部 10 i、10 j、10 k (第 1 の基準部) と台座 22 に形成される 3 本の直線部 20 i、20 j、20 k (第 2 の基準部) とを認識しながら位置合わせすることができる。さらに、第 1 の実施形態に係る水晶デバイスの製造方法では、第 1 の基準部、第 2 の基準部及び接着剤 30 によるセルフアライメント作用によって、水晶片 10 の正確な位置合わせが行われるため、従来に比べ格段に位置合わせ精度が良くなった。その結果、従来に発生していた振動特性の不良や、水晶片 10 の振動脚 110 の破損不良といった不良がほとんど無くなり、水晶デバイスの信頼性が向上した。

また、水晶片 10 が傾いて接合されパッケージ 40 に接触してしまいう危険性が少なくなったので、パッケージ 40 を、水晶片 10 が入れられる程度の最小の大きさまで小さくすることができるようになった。その結果、従来よりも小型の水晶デバイスを達成することができた。

なお、上述のセルフアライメントによってなされる水晶片 10 と台座 20 の位置合わせ精度は、水晶片 10 の基部の外形形状と台座 20 の接合面の外形形状が全く同じ寸法で一致している時に、最も高精度になる。

ただし、我々の実験によれば、水晶片 10 の基部の外形形状と台座 20 の接合面の外形形状が全く同じ寸法で一致していなくても、適度な範囲で寸法が一致していれば、通常の水晶デバイスの製造上、特に問題はないことがわかった。我々の実験によれば、図 1 における水晶片 10 の基部 120 の直線部 10 i と直線部 10 k の間の間隔 w_1 と、台座 20 の接合面の直線部 20 i と直線部 20 k の間の間隔 w_2 との関係が $0.86 w_1 < w_2 < 1.16 w_1$ の場合には、何ら問題ないことを確認した。

(第 2 の実施形態)

図 4 は本発明に係る水晶デバイスにおける接合面の形状が矩形形状である台座を備えたパッケージと水晶片の取り付け位置を示した平面図である。

第 2 の実施形態に係る水晶デバイスに用いられる水晶片 11 は、基部 121 と、基部 121 から突出して形成される複数の振動脚 111 とから構成した。一方、この水晶片 11 が組み込まれるパッケージ 41 には台座 21 を形成し、水晶片 11 の基部 121 を接着剤等を介して台座 21 と接合した。

図 4 に示すように、水晶片 11 の基部 121 の平面形状は、3本の直線部 11 i、11 j、11 k を有する外形線から形成した。直線部 11 i と直線部 11 k は一定の間隔 w_1 で平行して配置し、直線部 11 j は直線部 11 i、11 k それぞれと垂直に配置した。

一方、台座 21 の上部平面、すなわち水晶片 11 の基部 121 と

接合される面には、4本の直線部21h、21i、21j、21kからなる外形線で構成される矩形形状とした。直線部21iと直線部21kは一定の間隔w2で平行して配置し、直線部21h、21jは直線部21i、21kそれぞれと垂直に配置した。

また、図4に示すように、台座21は、箱状のパッケージ41の内壁と接して形成した。そのため、台座21の接合面の外形線である4本の直線部のうち1本の直線部21jは、パッケージ41と台座21との境界線、すなわち接線とした。

図5は、図4に示す水晶片11と台座21との接合状態を示した図である。

図5において斜線部の領域は接着剤を介して水晶片11と台座21とが接合されている部分である。図5に示す接合状態、及び図4に示す水晶片11と台座21との形状からわかるように、本発明に係る水晶デバイスでは、水晶片11の基部121の外形線である直線部11iと台座21の接合面の外形線である直線部21iとが重なり合い、水晶片11の基部121の外形線である直線部11jと台座21の接合面の外形線である直線部21j（又はパッケージ41の内壁）とが重なり合い、及び水晶片11の基部121の外形線である直線部11kと台座21の接合面の外形線である直線部21kとが重なり合って接合されるように構成した。

すなわち、直線部11iと直線部11kとの間隔w1と、直線部21iと直線部21kとの間隔w2は、ほぼ同じ寸法の間隔とした。また、水晶片11の基部121に形成される2本の直線部11i、11kと、台座21に形成される2本の直線部21i、20kとを、ほぼ同じ位置関係になるように構成した。さらに、水晶片11の基部121の直線部11jと直線部21j（パッケージ41と台座21との接線）とを向かい合って接合した。

このような構成においても、水晶片 1 1 の基部 1 2 1 に形成される 3 本の直線部 1 1 i、1 1 j、1 1 k（第 1 の基準部）と台座 2 1 に形成される 3 本の直線部 2 1 i、2 1 j（パッケージ 4 1 と台座 2 1 との接線）、2 1 k（第 2 の基準部）とを認識しながら位置合わせすることによって、位置ずれの少ない位置合わせが可能となる。また、第 1 の基準部、第 2 の基準部及び接着剤によるセルフアライメントによって、図 3 に示したように水晶片 1 1 の基部 1 2 1 に形成される 2 本の直線部 1 1 i と 1 1 k と台座 2 1 に形成される 2 本の直線部 2 1 i 及び 2 1 k のとの正確な位置合わせが行われ、さらに図 1 3 B において後述するように水晶片 1 1 の基部 1 2 1 の直線部 1 1 j と直線部 2 1 j（パッケージ 4 1 と台座 2 1 との接線）とが引っ張られることによって正確な位置合わせが行われる。したがって、従来に比べ格段に位置合わせ精度をよくすることができた。その結果、水晶デバイスの信頼性を向上させることができ、さらに小型にすることもできた。

（第 3 の実施形態）

図 6 は本発明に係る水晶デバイスにおける接合面の形状が 3 本の直線部と曲線部からなる台座を備えたパッケージと水晶片の取り付け位置を示した平面図である。

本実施形態の水晶片 1 2 は、図 6 に示すように基部 1 2 2 の外形形状が複雑な形状をしている。水晶デバイスの性能上の都合から、もしくは電極の配置の都合から、こうした複雑な形状の基部 1 2 2 にしなくてはならないことが多々ある。基部 1 2 2 からは複数の振動脚 1 1 2 が突出して形成されている。このような複雑な外形形状を有する水晶片 1 2 であっても、エッチング法を用いることで、容易に加工し、形成することができた。

本実施形態の水晶片 1 2 の基部 1 2 2 の平面形状は、3 本の直線部 1 2 i、1 2 j、1 2 k とそれらの直線部を結ぶいくつかの線分からなる外形線で形成した。

一方、この水晶片 1 2 が組み込まれるパッケージ 4 2 には台座 2 1 が形成されており、水晶片 1 2 の基部 1 2 2 が接着剤等を介して台座 2 2 と接合される。

この台座 2 2 の上部平面、すなわち水晶片 1 2 の基部 1 2 2 と接合される面は、3 本の直線部 2 2 i、2 2 j、2 2 k とそれらを結ぶ曲線とからなる外形線で構成される外形形状とした。

図 7 は、図 6 に示す水晶片 1 2 と台座 2 2 との接合状態を示した図である。

図 7 において斜線部の領域は接着剤を介して水晶片 1 1 と台座 2 1 とが接合されている部分である。図 7 に示す接合状態、及び図 6 に示す水晶片 1 2 と台座 2 2 との形状からわかるように、本発明に係る水晶デバイスでは、水晶片 1 2 の基部 1 2 2 の外形線である直線部 1 2 i と台座 2 2 の接合面の外形線である直線部 2 2 i とが重なり合い、水晶片 1 2 の基部 1 2 2 の外形線である直線部 1 2 j と台座 2 2 の接合面の外形線である直線部 2 2 j とが重なり合い、水晶片 1 2 の基部 1 2 2 の外形線である直線部 1 2 k と台座 2 2 の接合面の外形線である直線部 2 2 k とが重なり合って接合されるように構成した。

このような構成においても、水晶片 1 2 の基部 1 2 2 に形成される 3 本の直線部 1 2 i、1 2 j、1 2 k（第 1 の基準部）と台座 2 2 に形成される 3 本の直線部 2 2 i、2 2 j、2 2 k（第 2 の基準部）とを認識しながら位置合わせすることによって、位置ずれの少ない位置合わせが可能となる。さらに、第 1 の基準部、第 2 の基準部及び接着剤によるセルフアライメントによっても、水晶片 1 2 と

台座 2 2 との正確な位置合わせが行われるため、従来に比べ格段に位置合わせ精度をよくすることができた。その結果、水晶デバイスの信頼性を向上させることができ、さらに小型にすることもできた。

(第 4 の実施形態)

図 8 A は、本発明に係る水晶デバイスにおける接合面が凹部底面で接合面の形状が 3 本の直線部と曲線部からなる台座を備えたパッケージと水晶片の取り付け位置を示した平面図である。

本実施形態の水晶片 1 3 は、図 8 A に示すように基部 1 2 3 の外形形状が複雑な形状をしており、その基部 1 2 3 からは複数の振動脚 1 1 3 が突出するように形成した。

本実施形態の水晶片 1 3 の基部 1 2 3 の平面形状は、3 本の直線部 1 3 i、1 3 j、1 3 k とそれらの直線部を結ぶいくつかの線分からなる外形線で形成した。

図 8 B は、図 8 A の A - A 断面図である。

図 8 B に示されるように、水晶片 1 3 が組み込まれるパッケージ 4 3 には、部分的に凹部形状になっている台座 2 3 を形成した。台座 2 3 の凹部の底面に、水晶片 1 3 の基部 1 2 3 を、接着剤等を介して接合した。よって、台座 2 3 の凹部底面が本実施形態における接合面である。

台座 2 3 の凹部底面、すなわち水晶片 1 3 の基部 1 2 3 との接合面は、3 本の直線部 2 3 i、2 3 j、2 3 k とそれらを結ぶ曲線とからなる外形線で構成される外形形状とした。

図 9 は、図 8 A に示す水晶片 1 3 と台座 2 3 との接合状態を示した図である。

図 9 において斜線部の領域は接着剤を介して水晶片 1 1 と台座 2

3 とが接合されている部分である。図 9 に示す接合状態、及び図 8 A に示す水晶片 1 3 と台座 2 3 との形状からわかるように、本発明に係る水晶デバイスでは、水晶片 1 3 の基部 1 2 3 の外形線である直線部 1 3 i と台座 2 3 の接合面の外形線である直線部 2 3 i とが重なり合い、水晶片 1 3 の基部 1 2 3 の外形線である直線部 1 3 j と台座 2 3 の接合面の外形線である直線部 2 3 j とが重なり合い、水晶片 1 3 の基部 1 2 3 の外形線である直線部 1 3 k と台座 2 3 の接合面の外形線である直線部 2 3 k とが重なり合って接合されるように構成した。

このような構成においても、水晶片 1 3 の基部 1 2 3 に形成される 3 本の直線部 1 3 i、1 3 j、1 3 k（第 1 の基準部）と台座 2 3 に形成される 3 本の直線部 2 3 i、2 3 j、2 3 k（第 2 の基準部）とを認識しながら位置合わせすることによって位置ずれの少ない位置合わせが可能になる。また、本実施形態では台座 2 3 の接合面（凹部底面）の周囲に凹部の壁面が形成し、水晶片 1 3 の基部 1 2 3 をそこに落とし込んで位置合わせをしているため、ほとんど位置ずれは発生しなかった。さらに、第 1 の基準部、第 2 の基準部及び接着剤によるセルフアライメントによっても、水晶片 1 3 の基部 1 2 3 は台座 2 3 の接合面（凹部底面）に位置決めされる。よって本実施形態においても、水晶片 1 3 をパッケージ 4 3 の所定の位置に正確に位置決めして接合することができ、その結果、水晶デバイスの信頼性を向上させることができ、さらに小型にすることもできた。

（第 5 の実施形態）

図 10 A は、本発明に係る水晶デバイスにおける接合面の形状が 3 本の直線部と曲線部からなりそのうち一部がパッケージとの接線

でもある台座を備えたパッケージと水晶片の取り付け位置を示した平面図である。

本実施形態の水晶片 1 4 は、図 1 0 A に示すように基部 1 2 4 の外形形状が複雑な形状をしており、その基部 1 2 4 からは複数の振動脚 1 1 1 が突出するように形成した。

本実施形態の水晶片 1 4 の基部 1 2 4 の平面形状は、3本の直線部 1 4 i、1 4 j、1 4 k とそれらの直線部を結ぶいくつかの線分からなる外形線で形成した。

一方、この水晶片 1 4 が組み込まれるパッケージ 4 4 には台座 2 4 が形成されており、水晶片 1 4 の基部 1 2 4 を接着剤等を介して、台座 2 4 に接合した。

台座 2 4 の上部平面、すなわち水晶片 1 4 の基部 1 2 4 と接合される面は、3本の直線部 2 4 i、2 4 j、2 4 k とそれらを結ぶ曲線とからなる外形線で構成される外形形状とした。

図 1 0 B は、図 1 0 A の A - A 断面図である。

図 1 0 B に示すように、台座 2 4 は、箱状のパッケージ 4 4 の内壁と接して形成した。そのため、台座 2 4 の接合面の外形線である3本の直線部のうち1本の直線部 2 4 j は、パッケージ 4 4 と台座 2 4 との境界線、すなわち接線とした。

図 1 1 は、水晶片 1 4 と台座 2 4 との接合状態を示した図である。

。

図 1 1 において斜線部の領域は、接着剤を介して水晶片 1 4 と台座 2 4 とが接合されている部分である。図 1 1 に示す接合状態、及び図 1 0 A に示す水晶片 1 4、台座 2 4 の形状からわかるように、本発明に係る水晶デバイスでは、水晶片 1 4 の基部 1 2 4 の外形線である直線部 1 4 i と台座 2 4 の接合面の外形線である直線部 2 4 i とが重なり合い、水晶片 1 4 の基部 1 2 4 の外形線である直線部

1 4 j と台座 2 4 の接合面の外形線である直線部 2 4 j とが重なり合い、水晶片 1 4 の基部 1 2 4 の外形線である直線部 1 4 k と台座 2 4 の接合面の外形線である直線部 2 4 k とが重なり合って接合されるように構成した。

このような構成においても、水晶片 1 4 の基部 1 2 4 に形成される 3 本の直線部 1 4 i、1 4 j、1 4 k（第 1 の基準部）と台座 2 4 に形成される 3 本の直線部 2 4 i、2 4 j、2 4 k（第 2 の基準部）とを認識しながら位置合わせすることによって位置ずれの少ない位置合わせが可能になる。また、本実施形態では直線部 2 4 j はパッケージ 4 4 の内壁との接線でもあり、水晶片 1 4 の基部 1 2 4 に形成される直線部 1 4 j を直線部 2 4 j と接するパッケージ 4 4 の内壁に押しつけるようにして配置させることが可能である。さらに、第 1 の基準部、第 2 の基準部及び接着剤によるセルフアライメントによっても、水晶片 1 4 の基部 1 2 4 は台座 2 4 に位置決めされる。その結果、より正確な位置決めをすることができる。以上のように、水晶片 1 4 をパッケージ 4 4 の所定の位置に正確に位置決めして接合することができるので、その結果、水晶デバイスの信頼性を向上させることができ、さらに小型にすることもできた。

（第 6 の実施形態）

図 1 2 A は本発明に係る水晶デバイスにおける接合面の外形線に接して壁面が形成された台座を備えたパッケージと水晶片の取り付け位置を示した平面図である。

本実施形態に用いられる水晶片 1 5 は、基部 1 2 5 と基部 1 2 5 から突出して形成される複数の振動脚 1 1 5 とで構成した。

本実施形態の水晶片 1 5 の基部 1 2 5 の平面形状は、ほぼ矩形に近い形状をしており、3 本の直線部を有するように構成した。よっ

て水晶片 1 5 の基部 1 2 5 には、3 本の直線部を、平面との境界線として形成される 3 つの側壁面 1 5 p、1 5 q、1 5 r が必ず存在している。これら 3 つの側壁面 1 5 p、1 5 q、1 5 r はいずれも非曲面である。

図 1 2 B は、図 1 2 A の B－B 断面図である。

図 1 2 B に示すように、水晶片 1 5 が組み込まれるパッケージ 4 5 には、水晶片 1 5 との接合面の周辺に壁が形成された台座 2 5 を設けた。台座 2 5 の接合面に水晶片 1 5 の基部 1 2 5 を接着剤等を介して接合した。

台座 2 5 に形成される接合面は、矩形形状からなる外形形状をしており、そのうち 2 辺に接して、接合面周辺に形成される壁の壁面 2 5 p、2 5 q を設けた。

図 1 3 A は、水晶片 1 5 と台座 2 5 との接合状態を示した図である。

図 1 3 A において斜線部の領域は接着剤を介して水晶片 1 0 と台座 2 5 とが接合されている部分である。図 1 3 A に示すように、本実施形態では、水晶片 1 5 の基部 1 2 5 の側壁面 1 5 p と台座 2 5 の接合面に接して形成される壁の壁面 2 5 p とを向かい合って接合し、水晶片 1 5 の基部 1 2 5 の側壁面 1 5 q と台座 2 5 の接合面に接して形成される壁の壁面 2 5 q とを向かい合って接合した。

このような構成の本実施形態では、水晶片 1 5 の基部 1 2 5 の側壁面 1 5 p、1 5 q（第 1 の基準部）の外形線と台座 2 5 の接合面周辺に形成される壁面 2 5 p、2 5 q（第 2 の基準部）の外形線を認識しながら位置合わせを行った。

その結果、水晶片 1 5 の基部 1 2 5 の側壁面 1 5 p と台座 2 5 に形成される壁の壁面 2 5 p との間、及び水晶片 1 5 の基部 1 2 5 の側壁面 1 5 q と台座 2 5 に形成される壁の壁面 2 5 q との間には、

以下に示すような接着剤 30 の表面張力が働く。

図 13B は、図 13A の C の部分の拡大図である。

図 13B に示すように、水晶片 15 の基部 125 の側壁面 15p と台座 25 に形成される壁の壁面 25p との間、及び水晶片 15 の基部 125 の側壁面 15q と台座 25 に形成される壁の壁面 25q との間には拡大すると非常に狭い隙間がでる場合がある。すると、粘性流体である接着剤 30 は毛細管力によってその隙間に入り込んでいく。さらに接着剤 30 の表面張力によって、水晶片 15 の側壁面 15p が台座 25 に形成される壁の壁面 25p 側に引っ張られ、同様に、水晶片 15 の側壁面 15q が台座 25 に形成される壁の壁面 25q 側に引っ張られる。

このような、第 1 の基準部、第 2 の基準部及び接着剤によるセルフアライメント作用によって、水晶片 15 は台座 25 に形成される壁の壁面に正確に固定される。このようにして本実施形態でも位置ずれの少ない位置合わせができ、その結果、水晶デバイスの信頼性を向上させることができ、さらに小型にすることもできた。

(第 7 の実施形態)

図 14A は、本発明に係る水晶デバイスにおける接合面の形状が矩形形状からなり、接合面の外形線のうち一部がパッケージとの接線でもある台座を備えたパッケージと水晶片の取り付け位置を示した平面図である。

本発明に係る水晶デバイスに用いられる水晶片 16 は、基部 126 とこの基部 126 から突出して形成される複数の振動脚 116 とで構成した。

本実施形態では、水晶片 16 の基部 126 の平面形状は、3本の直線部 16i、16j、16k を有する外形線で形成した。また、

直線部 1 6 i と直線部 1 6 k は振動脚 1 1 6 の長手方向と平行に配置され、直線部 1 6 j は直線部 1 6 i、1 6 k のそれぞれと垂直に配置される位置関係とした。

一方、この水晶片 1 6 が組み込まれるパッケージ 4 6 には台座 2 6 が形成されており、水晶片 1 6 の基部 1 2 6 を接着剤等を介して台座 2 6 に接合した。

図 1 4 B は、図 1 4 A の F - F 断面図である。

図 1 4 B に示すように、台座 2 6 の上部平面、すなわち水晶片 1 6 の基部 1 2 6 と接合される面は、4 本の直線部 2 6 h、2 6 i、2 6 j、2 6 k からなる矩形形状とした。また、台座 2 6 は、箱状のパッケージ 4 6 の内壁と接して形成した。そのため、台座 2 6 の接合面の外形線である 4 本の直線部のうち 1 本の直線部 2 6 j は、パッケージ 4 6 と台座 2 6 との境界線、すなわち接線にもなっている。

また本実施形態では、台座 2 6 に形成される外形線のうち直線部 2 6 i、2 6 k はパッケージ 4 6 の中心線に対して所定の角度とで傾いて形成した。

図 1 5 は、水晶片 1 6 と台座 2 6 との接合状態を示した図である。

図 1 5 において斜線部の領域は接着剤を介して水晶片 1 6 と台座 2 6 とが接合されている部分である。図 1 5 に示す接合状態、及び図 1 4 A に示す水晶片 1 6、台座 2 6 の形状からわかるように、本実施形態では、水晶片 1 6 の基部 1 2 6 の外形線である直線部 1 6 i と台座 2 6 の接合面の外形線である直線部 2 6 i とが重なり合い、水晶片 1 6 の基部 1 2 6 の外形線である直線部 1 6 j と台座 2 6 の接合面の外形線である直線部 2 6 j とが重なり合い、水晶片 1 6 の基部 1 2 6 の外形線である直線部 1 6 k と台座 2 6 の接合面の外

形線である直線部 2 6 k とが重なり合って接合されるように構成した。

その結果、本実施形態では水晶片 1 6 の振動脚 1 1 6 の長手方向がパッケージ 4 6 の中心線に対して所定の角度 α で傾いた状態で接合することができた。本構成においても、水晶片 1 6 の基部 1 2 6 に形成される 3 本の直線部 1 6 i、1 6 j、1 6 k（第 1 の基準部）と台座 2 6 に形成される 3 本の直線部 2 6 i、2 6 j、2 6 k（第 2 の基準部）とを認識しながら位置合わせすることによって、所定の角度 α に対して数度以下の誤差で正確に位置合わせすることができた。

また本実施形態では直線部 2 6 j はパッケージ 4 6 の内壁との接線でもあり、水晶片 1 6 の基部 1 2 6 に形成される直線部 1 6 j を直線部 2 6 j と接するパッケージ 4 6 の内壁に押しつけるようにして配置させることが可能である。さらに、第 1 の基準部、第 2 の基準部及び接着剤によるセルフアライメントによっても、水晶片 1 6 の基部 1 2 6 は台座 2 6 に位置決めされる。その結果、より正確な位置決めをすることができる。以上のように本実施形態において、水晶片 1 6 をパッケージ 4 6 の所定の位置に所定の角度 α で正確に位置決めして接合することができ、その結果、水晶デバイスの信頼性を向上させることができ、さらに小型にすることもできた。

本実施形態の水晶デバイスの構成は、水晶デバイスの一つの応用製品であるジャイロセンサ装置に好ましく利用することができる。なおジャイロセンサ装置とは、一般に水晶片を利用した角速度センサのことを指し、振動脚に振動を発生させた状態で回転が起これば、振動方向に直交する方向にコリオリ力が発生する現象を利用したものである。このコリオリ力の大きさから角速度を検出することができる。

図 1 6 は一般的なナビゲーションシステム内でのジャイロセンサ装置の取付け角度と検出しようとする角速度の回転軸の関係を表した図である。図 1 6 A は、検出しようとする角速度 Ω の回転軸 Z に垂直な回路基板 5 2 0 にジャイロセンサ装置 5 0 0 が取り付けられた場合を示している。また、図 1 6 B は、検出しようとする角速度 Ω の回転軸 Z に垂直な面に対して傾斜角 ϕ の角度で傾いている回路基板 5 2 0 にジャイロセンサ装置 5 1 0 が取り付けられた場合を示している。

ジャイロセンサ装置 5 0 0 は、その中心軸が水平面に対してほぼ垂直になるように回路基板 5 2 0 に取り付けられる。よって図 1 6 A に示すように、回転軸 Z に垂直に回路基板 5 2 0 が配置されている場合、水晶片 1 0 の振動脚はパッケージ 4 0 の中心軸に平行になるように接合すればよい（第 1 の実施形態参照）。

一方、図 1 6 B に示すように、回転軸 Z に垂直な面に対して傾斜角 ϕ の角度で回路基板 5 2 0 が傾いている場合、水晶片 1 6 はパッケージ 4 6 の中心軸に対して最適な所定の角度 ξ で傾けて接合する必要がある（第 7 の実施形態参照）。パッケージ 4 6 の中心軸が回路基板 5 2 0 に対して垂直になるようにジャイロセンサ装置 5 1 0 が取り付けられている場合は、 $\xi = \phi$ である。

図 1 7 に、ジャイロセンサ装置を備えたナビゲーションシステムの概略構成を示す。

図 1 7 は、ナビゲーションシステムを自動車のダッシュボード 1 0 0 0（一般にフロントガラスの下の計器盤やスイッチ類を集中配置した部分を指す。）内に埋め込んだ形態を示したものである。ナビゲーションシステムは、人工衛星から送られてくる位置情報信号を受信するための GPS（global positioning system）アンテナ 5 4 0、自動車の角速度を検出し自動車の挙動信号に変えて出力す

るジャイロセンサ装置 500、位置情報信号及び挙動信号等処理するための IC 530、IC 530 で処理された信号を画像として表示するためのディスプレイ 570、配線 550 及び回路基板 520、各種部品を中に組み込んで衝撃から保護する外装 560 等から構成されている。

図 17 に示すように、ナビゲーションシステムをダッシュボード 1000 内に埋め込んで使用する場合、通常、運転者からディスプレイ 510 に表示される画像が見やすくなるように、ナビゲーションシステムを傾けて配置させることが多い。

しかしながら、検出が必要とされる角速度 Ω の回転軸 Z は、ナビゲーションシステムがいかなる角度で車体に取り付けられようと、一定の方向で定まっており、水晶片 10 の振動脚の長手方向は必ずこの回転軸 Z に平行になるように取り付けなければならない。そうしないと正確な角速度 Ω の検出はできない。

したがって、このような場合、水晶片 10 の振動脚を回転軸 Z と平行になるように、水晶片 10 をパッケージ 40 内で傾けて設置して、角速度 Ω の検出を行う必要がある。

図 15 に示すような本実施形態の水晶デバイスをジャイロセンサ装置として利用すれば、水晶片 16 をパッケージ 46 の所定の位置に所定の角度で正確に位置決めして接合することができるため、図 17 に示すような、傾けて使用されるナビゲーションシステムに組み込むジャイロセンサ装置 500 として最適である。

(第 8 の実施形態)

図 18 は本発明に係る水晶デバイスにおける複数の凸部が集まった集合体からなる台座を備えたパッケージと水晶片との取り付け位置を示した平面図である。

本実施形態に係る水晶デバイスに用いられる水晶片 1 7 は、基部 1 2 7 とこの基部 1 2 7 から突出して形成される複数の振動脚 1 1 7 とで構成した。

本実施形態では、水晶片 1 7 の基部 1 2 7 の平面形状は、3本の直線部 1 7 i、1 7 j、1 7 k を有する外形線で形成されており、直線部 1 7 i と直線部 1 7 k は互いに平行して配置され、直線部 1 7 j は直線部 1 7 i、1 7 k それぞれと垂直に配置される位置関係とした。

一方、この水晶片 1 7 が組み込まれるパッケージ 4 7 には台座 2 7 を形成し、水晶片 1 7 の基部 1 2 7 が接着剤等を介して台座 2 7 と接合した。

本実施形態における台座 2 7 は、図 1 8 に示すように、パッケージ 4 7 の一平面上に突起状に形成された 5 つの凸部 2 7 a、2 7 b、2 7 c、2 7 d、2 7 e の集合体から構成した。本発明における台座とは水晶片が接合される面を有する構成部のことであり、このように複数の凸部が一定の範囲内にまとまって形成されている集合体も台座の一形態として考えることができる。

図 1 9 は、水晶片 1 7 と複数の凸部が集まった集合体からなる台座 2 7 との接合状態の一例を示した図である。

図 1 9 において斜線部の領域は接着剤を介して水晶片 1 7 と台座 2 7 とが接合されている部分である。図 1 9 では 5 つの凸部の内、凸部 2 9 a、2 9 c、2 9 e の上部平面に接着剤を塗布し、水晶片 1 7 と台座 2 7 との接合を行った。したがって、本実施形態に係る水晶デバイスでは、図 1 9 に示す接合状態、及び図 1 8 に示す水晶片 1 7、台座 2 7 の形状からわかるように、水晶片 1 7 の基部 1 2 7 の外形線である直線部 1 7 i と凸部 2 7 a 及び凸部 2 7 e の外形線の一部とが重なり合い、水晶片 1 7 の基部 1 2 7 の外形線である

直線部 1 7 j と凸部 2 7 a、凸部 2 7 c 及び凸部 2 7 e の外形線の一部とが重なり合い、水晶片 1 7 の基部 1 2 7 の外形線である直線部 1 7 k と凸部 2 7 a 及び凸部 2 7 c の外形線の一部とが重なり合って接合するように構成した。

すなわち、図 1 9 に示す本実施形態において、凸部 2 7 a、2 7 c、2 7 e は、水晶片 1 7 の基部 1 2 7 に形成される 3 本の直線部 1 7 i、1 7 j、1 7 k と同じ位置関係にある外形線を有していることがわかる。よって図 1 9 に示す本実施形態においても、本発明の特徴である、台座の水晶片が接合される面の外形線にも水晶片の基部の外形線に形成される任意の 3 本の直線部と同じ位置関係にある 3 本の直線部を有しているという条件が満たされている。

以上のような構成においても、水晶片 1 7 の基部 1 2 7 に形成される 3 本の直線部 1 7 i、1 7 j、1 7 k（第 1 の基準部）と台座 2 7 の中の凸部 2 7 a、2 7 c、2 7 e（第 2 の基準部）に形成される外形線を認識しながら位置合わせすることによって位置ずれの少ない位置合わせが可能になった。さらに、第 1 の基準部、第 2 の基準部及び接着剤によるセルフアライメント作用によっても正確な位置合わせが行われるため、従来に比べ格段に位置合わせ精度を向上することができた。その結果、水晶デバイスの信頼性を向上させることができ、さらに小型にすることもできた。

図 2 0 は、水晶片 1 7 と複数の凸部が集まった集合体からなる台座 2 7 との接合状態の他の例を示した図である。

図 2 0 において斜線部の領域は接着剤を介して水晶片 1 7 と台座 2 7 とが接合されている部分である。図 2 0 では 5 つの凸部の内、凸部 2 7 a、2 7 b、2 7 d の上部平面に接着剤を塗布し、水晶片 1 7 と台座 2 7 との接合を行った。したがって、本実施形態に係る水晶デバイスでは、図 2 0 に示す接合状態、及び図 1 8 に示す水晶片

17、台座27の形状からわかるように、水晶片17の基部127の外形線である直線部17iと凸部27a及び凸部27dの外形線の一部とが重なり合い、水晶片17の基部127の外形線である直線部17jと凸部27a、凸部27b及び凸部27dの外形線の一部とが重なり合い、水晶片17の基部127の外形線である直線部17kと凸部27a及び凸部27bの外形線の一部とが重なり合っ

て接合されるように構成した。

すなわち、図20に示す本実施形態において、凸部27a、27b、27dは、水晶片17の基部127に形成される3本の直線部17i、17j、17kと同じ位置関係にある外形線を有していることがわかる。よって図17に示す本実施形態においても、本発明の特徴である、台座の水晶片が接合される面の外形線にも水晶片の基部の外形線に形成される任意の3本の直線部と同じ位置関係にある3本の直線部を有しているという条件が満たされている。

以上のような構成においても、水晶片17の基部127に形成される3本の直線部17i、17j、17k（第1の基準部）と台座27の中の凸部27a、27b、27d（第2の基準部）に形成される外形線を認識しながら位置合わせすることによって位置ずれの少ない位置合わせが可能になった。さらに、さらに、第1の基準部、第2の基準部及び接着剤によるセルフアライメント作用によっても正確な位置合わせが行われるため、従来に比べ格段に位置合わせ精度をよくすることができた。その結果、水晶デバイスの信頼性を向上させることができ、さらに小型にすることもできた。

また、本実施形態では、図20に示すように、水晶片17をパッケージ47の中心軸に対して所定の角度で傾けて接合することもできた。

本実施形態では、台座27を5つの凸部27a、27b、27c

、27d、27eで構成することによって、台座27の外形線（すなわち凸部27a、27b、27c、27d、27eの外形線）に多数の直線部を設けている。そうすることによって、水晶片17の基部127における3本の直線部17i、17j、17kと同じ位置関係にある3本の直線部を台座27の外形線上に2組設けることができた。これにより、2種類の角度で水晶片17をパッケージ47に取り付けることができた。

本実施形態の利点は、このように、一つの形状のパッケージ47でありながら、2種類の角度で水晶片17を正確に接合できる点にもある。なお2種類以上の角度で水晶片17をパッケージ47に取り付けるためには、台座27の外形線に少なくとも4本以上の直線部を設けること必要である。直線部が4本以上あれば3本の直線部の組み合わせを2組以上設定することが可能で2種類以上の角度での取付けが可能になる。

このような本実施形態の利点は、水晶デバイスの一つの応用製品であるジャイロセンサ装置としての利用に非常に有効である。図17に示すように、ナビゲーションシステムをダッシュボード1000内に埋め込んで使用する場合、通常、運転者からディスプレイ510に表示される画像が見やすくなるように、ナビゲーションシステムを傾けて配置させることが多い。そのため、ナビゲーションシステム内で回路基板520に取り付けられるジャイロセンサ装置510も傾いた状態で取り付けられることになる。

その時の回路基板520上へのジャイロセンサ装置510の取付け状態とジャイロセンサ装置510内の水晶片の接合状態は、図16Bに示すようになる。図16Bのような場合は、水晶片は、振動脚がパッケージの中心軸に対して所定の角度 α で傾いた状態で接合される必要があるため、本実施形態の図20に示すような水晶デバ

イスの構成を用いることができる。

その一方で、ナビゲーションシステムは、図 1 7 に示すような車体への取付け方ばかりされるわけではない。車体の構成によってはナビゲーションシステムを路面に平行になるように取り付けた方が好ましい場合も多い。その場合、回路基板 5 2 0 上へのジャイロセンサ装置 5 1 0 の取付け状態とジャイロセンサ装置 5 1 0 内の水晶片の接合状態は、図 1 6 A に示すようになる。図 1 6 A のような場合は、水晶片は、振動脚がパッケージの中心軸に対して平行になるように接合される必要があるため、本実施形態の図 1 9 に示すような水晶デバイスの構成を用いることができる。

以上のようにして、本実施形態の水晶デバイスを、ナビゲーションシステムに取り付けられるジャイロセンサ装置に用いれば、ナビゲーションシステムの使い方が車種によって 2 通り存在する場合であっても、同じ構成で対応することができるようになった。

以上のような構造と製造方法によって、本実施形態に係る水晶デバイスでは水晶片をパッケージの所定の位置に正確に配置させて接合することができた。よって水晶片がパッケージに接触してしまうといった問題がなくなったので、安定した振動特性が得られるようになった。その結果、信頼性の高い水晶デバイスを達成することができた。

また、パッケージを小さくしても水晶片がパッケージに接触し難くなったため、小型の水晶デバイスを達成できた。

また、本発明に係る水晶デバイスをジャイロセンサ装置として用いると、安定した精度の高い角速度の検出が可能になるという別の効果も得ることができた。

また、本発明に係る水晶デバイスをナビゲーションシステム用のジャイロセンサ装置として用いることによって、ナビゲーションシ

ステムの使い方に応じた、最適な構成のジャイロセンサ装置を容易に提供できるようになった。

(第 9 の実施形態)

図 2 1 は、本実施形態に係る水晶デバイスにおける溝付きの水晶片 1 8 と溝付きの台座 2 8 を示した斜視図である。

溝付きの水晶片 1 8 は、基部 1 2 8 とこの基部 1 2 8 から突出して形成される複数の振動脚 1 1 8 とから構成した。この水晶片 1 8 の基部 1 2 8 には、台座 2 8 と接合される側の面に、複数の微細な溝 2 0 1 が所定の間隔で平行に形成した。これらの微細な溝 2 0 1 の方向は、振動脚 1 1 8 の長手方向と同じ方向とした。

図 2 2 は本実施形態に係る水晶デバイスにおける溝付きの台座 2 8 を備えたパッケージ 4 8 の斜視図であり、図 2 3 は溝付きの台 2 8 を備えるパッケージ 4 8 と水晶片 1 8 の取り付け位置を示した平面図である。

図 2 2 に示すように、パッケージ 4 8 には水晶片 1 8 を取り付けて支持するための台座 2 8 を備え、その台座 2 8 にも複数の微細な溝 2 0 2 を所定の間隔で平行に形成した。台座 2 8 に形成した溝 2 0 2 の方向は、図 2 3 に示すように、パッケージ 4 8 の中心軸に沿った方向とした。

図 2 4 は溝付きの水晶片 1 8 と溝付きの台座 2 8 が接合した状態図を示す斜視図である。

図 2 4 に示すように、水晶片 1 8 の基部 1 2 8 と台座 2 8 とを接着剤 3 0 を介して接合した。この時、水晶片 1 8 の基部 1 2 8 に形成される溝 2 0 1 (第 1 の基準部) と台座 2 8 に形成される溝 2 0 2 (第 2 の基準部)、ほぼ平行になるようにして接合した。なお、図 2 4 において、パッケージ 4 8 は、図をわかりやすくするために描かれていない。

図 2 4 のように、水晶片 1 8 と台座 2 8 とを接合すると、塗布直後の接着剤 3 0 は液体状であるので、毛細管現象により接着剤 3 0 が溝 2 0 1 及び溝 2 0 2 内を流れるようにして浸透する。本実施形態では、溝が微細で且つ多数あるため、毛細管現象によって生じる力（この力を一般に毛細管力と称する。）は大きく、水晶片 1 8 を容易に動かすほどの力が発生する。

図 2 5 は、水晶片 1 8 の接合状態を示した平面図である。

図 2 5 に示すように、毛細管力 F は溝に沿って生じる。よって水晶片 1 8 に形成された溝 2 0 1 内を流れる接着剤 3 0 による毛細管力 F は、振動脚 1 1 8 の長手方向に向かって生じる。一方、台座 2 8 に形成された溝 2 0 2 内を流れる接着剤 3 0 による毛細管力 F は、溝 2 0 2 が形成されている方向であるパッケージの中心軸に沿った方向に向かって生じる。これら 2 つの毛細管力 F が重なりあって作用するので、水晶片 1 8 が、図 2 6 に示すように多少傾いて接着されたとしても、図 2 5 に示すように振動脚 1 1 8 の長手方向がパッケージ 4 8 の中心軸と平行になるように補正されて固定される。

本実施形態のもっとも特徴とするところは、このように、第 1 の基準部、第 2 の基準部及び接着剤による、毛細管力 F に基づくセルフアライメントを利用して、水晶片 1 8 を所定の位置に自動的に配置させる点にある。

なお、毛細管力 F を発生させるために水晶片 1 8 に形成される微細な溝 2 0 1 は、L S I 分野で広く用いられているフォトリソグラフィ法によるパターンニング方法と、エッチングによる水晶の加工方法によって形成した。その寸法精度はミクロンレベルで、溝幅は数十ミクロンレベルまで微細化することが可能である。

本実施形態における水晶デバイスの製造方法について以下に説明する。

まず、水晶片 18 の基部 128 に耐エッチング性を有する膜、たとえば金 (Au) 膜、を成膜する。

次に、耐エッチング性膜をフォトリソグラフィ法によりパターンニングして、溝 201 となる複数のスリット形状を形成する。

次に、複数のスリット形状をフッ酸等によってエッチングし、所定の深さの溝 201 を形成する。

一方、パッケージ 48、台座 28 及び台座 28 に形成される複数の溝 202 は、グリーンシートを重ねて焼結する一般的なセラミックスの加工によって、一体成形した。

このようにして形成された水晶片 18 と台座 28 を、溝 201 と 202 が対向するように向かい合わせ、その間に接着剤 30 を塗布し、挟み込む。接着剤 30 としては、熱硬化性接着剤を用いたが、光硬化性接着剤を用いることもできる。

その後、加熱（光硬化性接着剤を用いた場合には光の照射）によって接着剤を硬化させ、水晶片 18 の基部 128 と台座 28 とを接合する。

以上のような構造と製造方法によって、水晶片 18 をパッケージ 48 の所定の位置に正確に配置させて接合することができた。よって水晶片 18 がパッケージ 48 に接触してしまうといった問題がなくなったので、安定した振動特性が得られるようになった。またこれによりパッケージ 48 を小さくしても水晶片 10 がパッケージ 40 に接触し難くなるため小型化が可能になった。

また本実施形態に係る水晶デバイスをジャイロセンサ装置として用いると、安定した精度の高い角速度の検出が可能になるという別の効果も得ることができる。

図 27 は、本実施形態に係る水晶デバイスをジャイロセンサ装置として用いた場合の水晶片の取り付け位置を示す平面図である。

ジャイロセンサ装置の場合、水晶片の振動脚を回転軸 Z と平行になるようにパッケージに設置し、回転軸 Z に直交する振動方向 D に振動脚を振動させることによって、回転軸 Z を中心軸とした角速度 Ω を、もっとも正確に測定できる。

図 27 に示すジャイロセンサ装置では、水晶片 18 の基部に形成される溝 201 を振動脚 118 の長手方向に沿って平行に形成した。このとき溝 201 の加工にエッチング法を用いることによって、振動脚の長手方向に沿ってほぼ正確に加工することができた。

一方、パッケージ 48 に備わる台座 28 には、検出しようとする角速度 Ω の回転軸 Z に沿って溝 202 を形成した。

水晶片 18 の基部 128 に形成される溝 201 とパッケージ 48 に備えられた台座 28 に形成される溝 202 とをほぼ同じ方向に沿って接合することによって、図 27 に示すように、検出しようとする角速度 Ω の回転軸 Z に対して、振動脚 118 の長手方向が平行になるように配置することができた。

したがって、図 27 に示すジャイロセンサ装置では、高精度の角速度検出が可能になった。また、図 27 に示すジャイロセンサ装置では、水晶片の位置あわせ精度が正確であるため、安定した角速度の検出ができるようになった。

(第 10 の実施形態)

図 28 は本実施形態に係るジャイロセンサ装置の展開斜視図であり、図 29 は本実施形態に係るジャイロセンサ装置の断面図である、図 30 は水晶片を取り付けた支持基板を組込む前の状態の斜視図である。

センサユニット 300 は、セラミックス等の多層基板よりなる支持基板（パッケージ）49 の一方の面に、複数（例えば、3 本）の

振動脚 1 1 9 を有する圧電振動体（水晶片） 1 9 を接着固定して搭載するように構成した。圧電振動体 1 9 に形成されている電極は、支持基板 4 9 に形成された配線用台座部 4 9 c とワイヤで電氣的に接続した。圧電振動体 1 9 の駆動回路及び検出回路の機能を有する I C チップ 3 0 4、及びチップ部品 3 0 5 などよりなる電子部品等を表面実装している基板 3 0 6 は、支持基板 4 9 の他方の面に半田固定した。圧電振動体 1 9 は金属製の封止カバー 3 0 7 で覆い、真空封止した。

ブチル系ゴムなどよりなる一対の振動吸収部材 3 0 8 の対抗する面に、センサユニット 3 0 0 の上下側を挿嵌する支持凹部 3 0 8 a を形成した。また、蓋体 9 側の振動吸収部材 3 0 8 の側面には、配線方向に沿って配線部材 3 0 0 を収納する凹部 3 0 8 b を形成した。配線部材 3 0 0 は、可撓性を有する F P C よりなり、配線は F P C の片面に配設されている。振動吸収材 8 に形成されている支持凹部 3 0 8 a は、センサユニット 3 0 0 の上下両端を含む 6 面を確実に支持できるように構成した。

金属製ケース 3 1 1 には、センサユニット 3 0 0、振動吸収材 3 0 8 及び配線部材 3 1 0 を収納した。樹脂製の蓋体 9 には、配線部材 3 1 0 と接続するための複数の外部接続端子 3 1 2 を設けた。外部接続端子 3 1 2 は折り曲げるようにして外方に突出させた。

図 3 1 A は支持基板の台座に圧電振動体を接合した状態を示す平面図であり、図 3 1 B はその断面図である。

支持基板 4 9 は、セラミックを積層した凹部 4 9 a を有するセラミックパッケージであり、平面が略矩形形状を有し、矩形形状の一方の短辺には台座 2 9 が形成されるように構成した。凹部 4 9 a 内には、配線パターンを形成した配線用台座部 4 9 c を設け、台座 2 9 と配線用台座部 4 9 c との間には、余剰の接着剤 3 0 を溜める溝

部 4 9 d を設けた。支持基板 4 9 に形成された台座 2 9 に近接した側壁部 4 9 e には、圧電振動体 1 9 の基部 1 2 9 の側面に残存するバリ 1 2 9 b との接触を防止するための凹部（切り欠き）4 9 f を設けた。バリ 1 2 9 b とは、圧電振動体 1 9 を多数個取りして生産した際に、残存した突起部を言う。支持基板 4 9 に形成した台座 2 9 の幅（ W_d ）は、圧電振動体 1 9 の基部 1 2 9 の幅（ W ）と略等しく設定した。なお、凹部（切り欠き）4 9 f は、圧電振動体 1 9 にバリ 1 2 9 b が無い場合であっても、余分な接着剤 3 0 を溜める領域として有効に機能する。

ここで、平坦な台座 2 9 に接着剤 3 0 を塗布し、その接着剤 3 0 の上に圧電振動体 1 9 の平坦な基部 1 2 9 を載置し、接着剤 3 0 が硬化されることにより、支持基板 4 9 に形成された台座 2 9 と圧電振動体 1 9 の基部 1 2 9 とを接着・固定した。この際、接着剤のセルフアライメント機能が発揮されて、圧電振動体 1 9 の傾き（ α ）は、所望の範囲（例えば、 $\pm 5^\circ$ 以内）に収まり、ジャイロセンサ装置の所定の検出精度を満足した。この接着剤 3 0 は、本実施例の場合は、例えば、シリコン系の接着剤（粘度、 $12 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ ）を用いたが、エポキシ系の接着剤（粘度、 $3 \sim 4 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ ）を用いることもできる。

接着剤 3 0 のセルフアライメント機能を発揮して、圧電振動体 1 9 の傾き（ α ）を所望の範囲（例えば、 $\pm 5^\circ$ 以内）に収めるためには、台座 2 9 の幅（ W_d ）と圧電振動体 1 9 の基部 1 2 9 の幅（ W ）との間には、本出願人が試行するところによると、 $0.86W < W_d < 1.16W$ の関係があった。

図 3 2 A は支持基板の台座に圧電振動体を接合した状態を示す平面図であり、図 3 2 B はその断面図である。

支持基板 4 9 は圧電振動体 1 9 の基部 1 2 9 とほぼ同じ幅の台座

29を有している。また、図34Aに示すように、圧電振動体19の基部129は支持基板49の側壁部49eに接触するが、基部129のバリ129bが側壁部49eの凹部49fに入るので、バリ129bが側壁部49eに接触して圧電振動体19が傾くのが防止される。

本実施形態におけるジャイロセンサ装置では、支持基板49に形成された台座29の幅(Wd)を圧電振動体19の基部129の幅(W)と略等しく設定し、且つ、支持基板49に形成された台座29に近接した側壁部49eに凹部(切り欠き)49fを設けた。さらに、平坦な台座29上に接着剤30を塗布し、図31に示すように圧電振動体19の基部129を載置したので、セルフアライメント機能が発揮されて、圧電振動体19は接着剤30に引っ張られて、幅方向のみでなく、縦方向にも移動して、位置決めがなされた。すなわち、圧電振動体19の基部129の側面に残存するバリ129bは、支持基板49の側壁部49eに形成された凹部(切り欠き)49f内に収まり、基部129の側面は、支持基板49の側壁部49eに当接し、圧電振動体19は所望の範囲(例えば、 $\pm 5^\circ$ 以内)の傾き(α)で接合された。台座29と配線用台座部49cの間に設けられた溝部49dには、余剰の接着剤30を溜めることができる。

以上より、所望の検出精度を満足したジャイロセンサ装置を提供することが可能となった。また、製品バラツキの少ない安定した性能のジャイロセンサ装置を提供することが可能となった。

本実施形態では、圧電振動体19の基部121の平面形状は、図30に示すように、3本の直線部19i、19j、19kを有する外形線から形成した。直線部19iと直線部19kは一定の間隔Wで平行して配置し、直線部19jは直線部19i、19kそれぞれ

と垂直に配置した。なお、前述したように直線部 1 9 j はその中央部にバリ 1 2 9 b を有している。

一方、台座 2 9 の上部平面、すなわち圧電振動体 1 9 の基部 1 2 9 と接合される面には、3 本の直線部 2 9 i、2 9 j、2 9 k 及び支持基板 4 9 の側壁部 4 9 e に形成された直線部からなるからなる外形線で構成される矩形形状とした。直線部 2 9 i 及び直線部 2 9 k はほぼ間隔 W で平行して配置した。直線部 2 9 h 及び支持基板 4 9 の側壁部 4 9 e に形成された直線部は、直線部 2 9 i、2 9 k それぞれと垂直に配置した。なお、前述したように、支持基板 4 9 の側壁部 4 9 e に形成された直線部の中央部には、凹部（切り欠き）4 9 f が設けられている。

このような構成においても、圧電振動体 1 9 の基部 1 2 9 に形成される 3 本の直線部 1 9 i、1 9 j、1 9 k（第 1 の基準部）と台座 2 9 に形成される 3 本の直線部 2 9 i、2 9 k 及び支持基板 4 9 の側壁部 4 9 e に形成された直線部（第 2 の基準部）とを認識しながら位置合わせすることによって、位置ずれの少ない位置合わせが可能となる。また、第 1 の基準部、第 2 の基準部及び接着剤 3 0 によるセルフアライメントによって、図 3 に示したように圧電振動体 1 9 の基部 1 2 9 に形成される 2 本の直線部 1 1 i と 1 1 k と台座 2 9 に形成される 2 本の直線部 2 9 i 及び 2 9 k のとの正確な位置合わせが行われ、さらに図 1 3 B に示したように圧電振動体 1 9 の基部 1 2 9 の直線部 1 9 j と支持基板 4 9 の側壁部 4 9 e に形成された直線部とが引っ張られることによって正確な位置合わせが行われる。したがって、従来に比べ格段に位置合わせ精度をよくすることができた。

上記の実施形態では、水晶片を用いて説明を行ったが、他の振動子に本発明を適用することができる。また、上記の実施形態では、

複数の振動脚を有する水晶片を用いて説明を行ったが、振動脚を 1 本しか有していない振動子に対しても本発明を適用することができる。

請 求 の 範 囲

1. 振動子デバイスであって、
第1の基準部を有する基部及び振動脚を有する振動子と、
パッケージと、
前記パッケージ内に設けられ、第2の基準部を有する台座と、
表面張力を利用したセルフアライメントによって前記第1の基準部を前記第2の基準部に合わせるように、前記振動子を前記台座に固定するための接合材と、
を有することを特徴とする水晶デバイス。
2. 前記第1の基準部は前記基部の外形を形成する3つの直線部を有し、前記第2の基準部は前記第1の基準部の3つの直線部と同じ位置関係にある3つの直線部を有する、請求項1に記載の振動子デバイス。
3. 前記第2の基準部の3つの直線部の内の1つは、前記パッケージの内壁と前記台座との接線である、請求項2に記載の振動子デバイス。
4. 前記第1の基準部は前記振動子の外形を形成する2つの側壁面を有し、前記第2の基準部は前記2つの側壁面に対応した2つの接合面を有する、請求項1に記載の振動子デバイス。
5. 前記台座が複数の凸部の集合体から構成される、請求項1に記載の水晶デバイス。
6. 前記第1の基準部は前記基部の外形を形成する3つの直線部を複数組有し、前記第2の基準部は前記第1の基準部の各組の3つの直線部とそれぞれ同じ位置関係にある3つの直線部を複数組有する、請求項1に記載の振動子デバイス。
7. 前記第1の基準部は前記振動子の外形を形成する3つの直線

部を有し、前記第 2 の基準部は前記第 1 の基準部の内の少なくとも 2 つの直線部と同じ位置関係にある 2 つの直線部を有し、前記パッケージの内壁は前記第 1 の基準部の内の少なくとも 1 つの直線部と対応した接合面を有する、請求項 1 に記載の振動子デバイス。

8. 前記接合面に凹部を有する、請求項 7 に記載の振動子デバイス。

9. 前記パッケージの内壁に、凹部を有する、請求項 7 に記載の振動子デバイス。

10. 前記基部の幅 (W) と前記台座の幅 (W_d) とが、 $0.86W < W_d < 1.16W$ の関係にある、請求項 7 に記載の振動子デバイス。

11. 前記基部の幅と前記台座の幅とが略等しい、請求項 9 に記載の振動子デバイス。

12. 前記パッケージは凹部を有し、前記台座は前記凹部内に設けられている、請求項 7 に記載の振動子デバイス。

13. 前記凹部内に設けられた前記振動子への配線部と、前記配線部と前記台座との間に設けられた余剰の前記接合材を溜めるための溝部とをさらに有する、請求項 12 に記載の振動子デバイス。

14. 前記パッケージはセラミックパッケージである、請求項 7 に記載の振動子デバイス。

15. 前記第 1 の基準部は第 1 の方向に向かって平行に形成されている複数の溝であり、前記第 2 の基準部はほぼ前記第 1 の方向に向かって平行に形成されている複数の溝を有する、請求項 1 に記載の振動子デバイス。

16. 前記第 1 の基準部に形成された溝の本数と前記第 2 の基準部に形成された溝の本数は同じである、請求項 15 に記載の振動子デバイス。

17. 前記振動子は水晶片である、請求項1に記載の振動子デバイス。

18. 振動子デバイスの製造方法であって、
第1の基準部を有する基部及び振動脚を有する振動子を形成する工程と

第2の基準部を有する台座を有するパッケージを形成する工程と、

接合材の表面張力を利用したセルフアライメントによって、前記第1の基準部を前記第2の基準部に合わせるように、前記振動子を前記台座に配置する工程と、

前記接合材を硬化させる工程と、
有することを特徴とする振動子デバイスの製造方法。

19. 前記第1の基準部は前記基部の外形を形成する3つの直線部を有するように形成され、

前記第2の基準部は前記第1の基準部の3つの直線部と同じ位置関係にある3つの直線部を有するように形成される、請求項18に記載の振動子デバイスの製造方法。

20. 前記第2の基準部の3つの直線部の内の1つは、前記パッケージの内壁と前記台座との接線である、請求項19に記載の振動子デバイスの製造方法。

21. 前記第1の基準部は前記振動子の外形を形成する2つの側壁面を有するように形成され、

前記第2の基準部は前記2つの側壁面に対応した2つの接合面を有するように形成される、請求項18に記載の振動子デバイスの製造方法。

22. 前記台座が複数の凸部の集合体から構成されるように形成される、請求項18に記載の振動子デバイスの製造方法。

23. 前記第1の基準部は前記基部の外形を形成する3つの直線部を複数組有するように形成され、

前記第2の基準部は前記第1の基準部の各組の3つの直線部とそれぞれ同じ位置関係にある3つの直線部を複数組有するように形成される、請求項18に記載の振動子デバイスの製造方法。

24. 前記振動子は、エッチング法によって形成される、請求項18に記載の振動子デバイスの製造方法。

25. 前記台座は、前記パッケージと一体的に形成される、請求項18に記載の振動子デバイスの製造方法。

26. 前記第1の基準部は前記水晶片の外形を形成する3つの直線部を有するように形成され、

前記第2の基準部は前記第1の基準部の内の少なくとも2つの直線部と同じ位置関係にある2つの直線部を有し、且つ前記パッケージの内壁は前記第1の基準部の内の少なくとも1つの直線部と対応した接合面を有するように形成される、請求項18に記載の振動子デバイスの製造方法。

27. 前記接合面は、凹部を有するように形成される、請求項26に記載の振動子デバイスの製造方法。

28. 前記パッケージの内壁は、凹部を有するように形成される、請求項26に記載の振動子デバイスの製造方法。

29. 前記基部の幅(W)と前記台座の幅(Wd)とが $0.86W < Wd < 1.16W$ の関係となるように形成される、請求項26に記載の振動子デバイスの製造方法。

30. 前記基部の幅と前記台座の幅とが略等しいように形成される、請求項29に記載の振動子デバイスの製造方法。

31. 前記パッケージは凹部を有するように形成され、

前記台座は前記凹部内に設けられるように形成される、請求項2

6 に記載の振動子デバイスの製造方法。

32. 前記パッケージは、前記凹部内に前記水晶片への配線部と、前記配線部と前記台座との間に設けられた余剰の前記接合材を溜めるための溝部とを有するように形成される、請求項31に記載の振動子デバイスの製造方法。

33. 前記パッケージはセラミックパッケージである、請求項26に記載の振動子デバイスの製造方法。

34. 前記第1の基準部は第1の方向に向かって平行に形成されている複数の溝を有するように形成され、

前記第2の基準部はほぼ前記第1の方向に向かって平行に形成されている複数の溝を有するように形成される、請求項18に記載の振動子デバイスの製造方法。

35. 前記第1の基準部に形成された溝の本数と前記第2の基準部に形成された溝の本数は同じである、請求項34に記載の振動子デバイスの製造方法。

36. 前記振動子は水晶片である、請求項18に記載の振動子デバイスの製造方法。

Fig.1

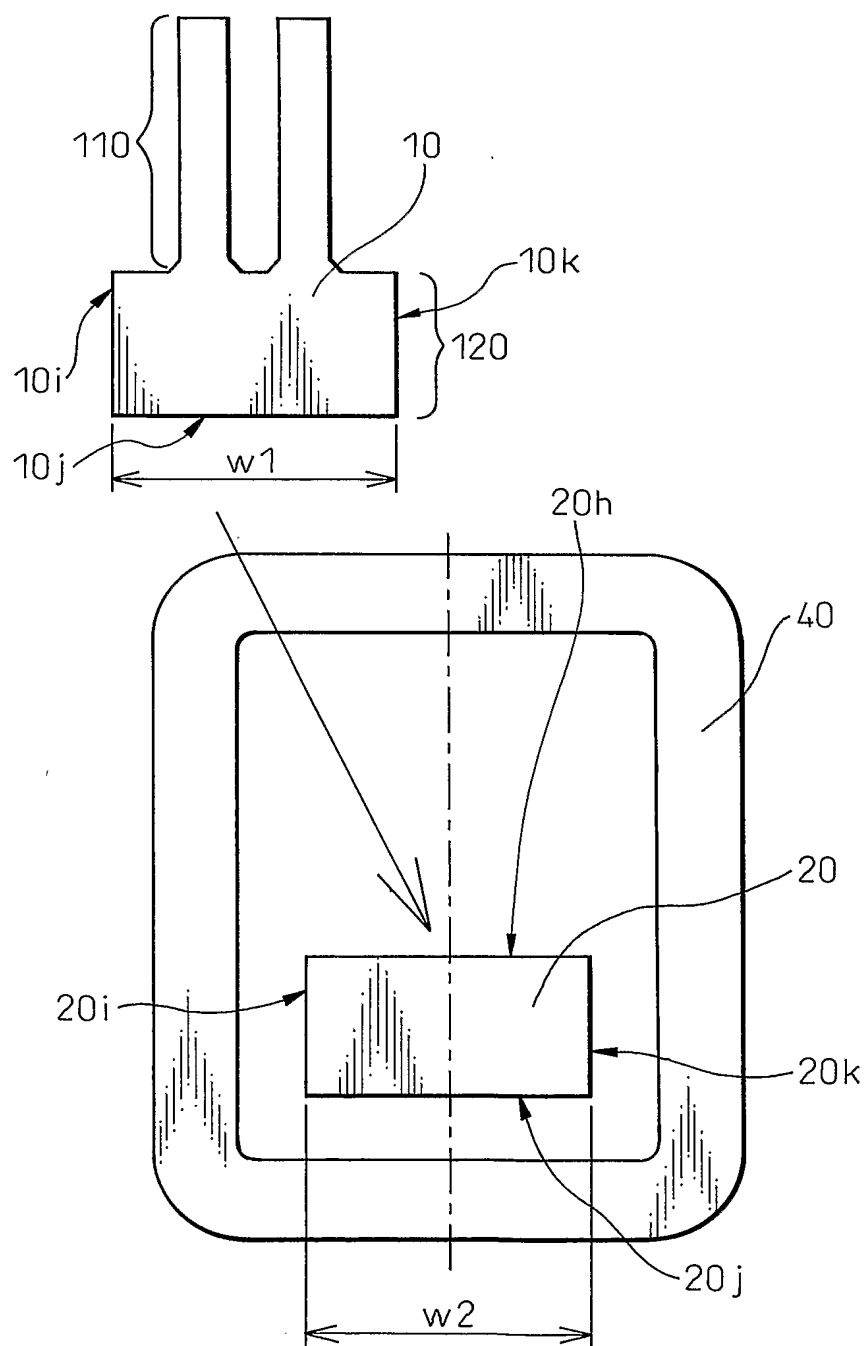
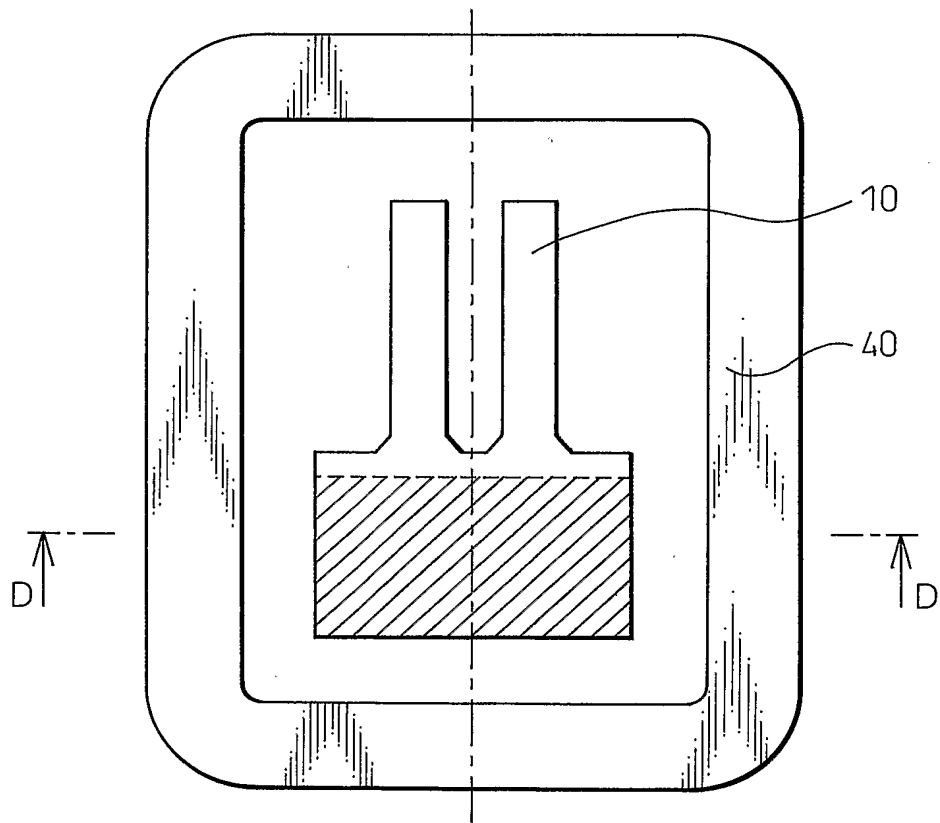


Fig.2



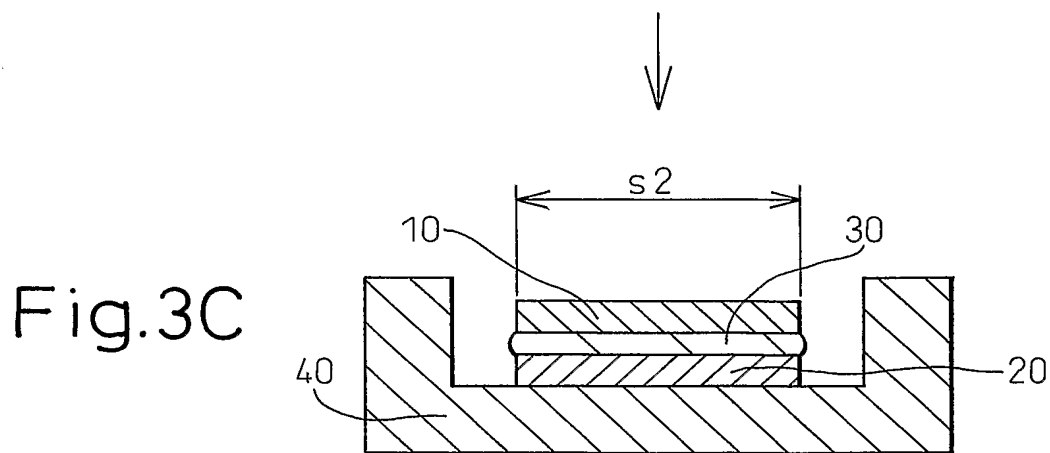
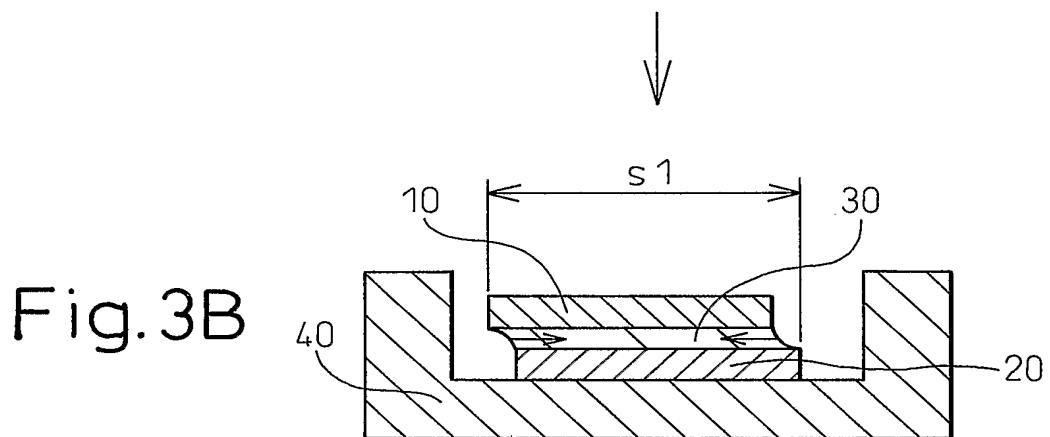
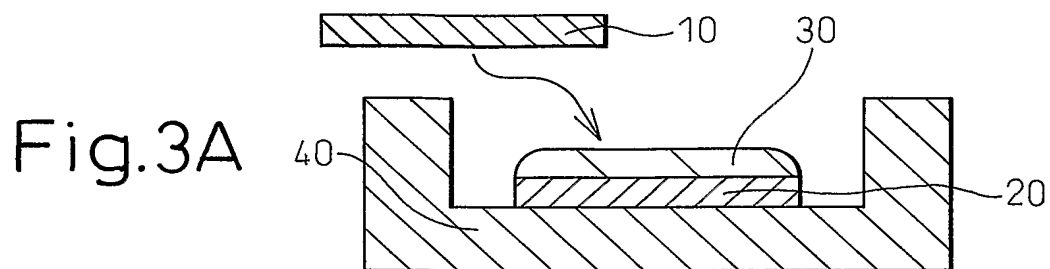


Fig.4

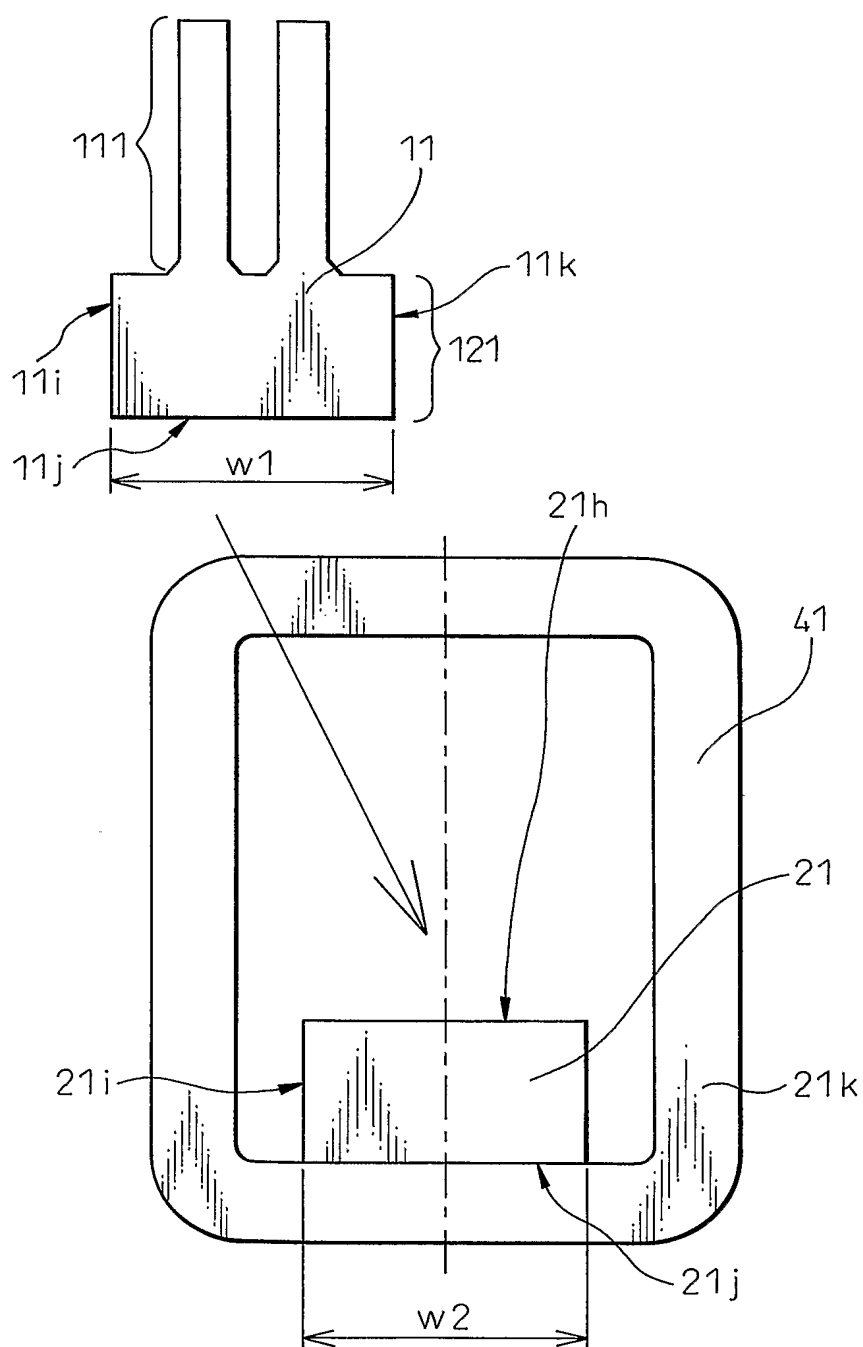


Fig.5

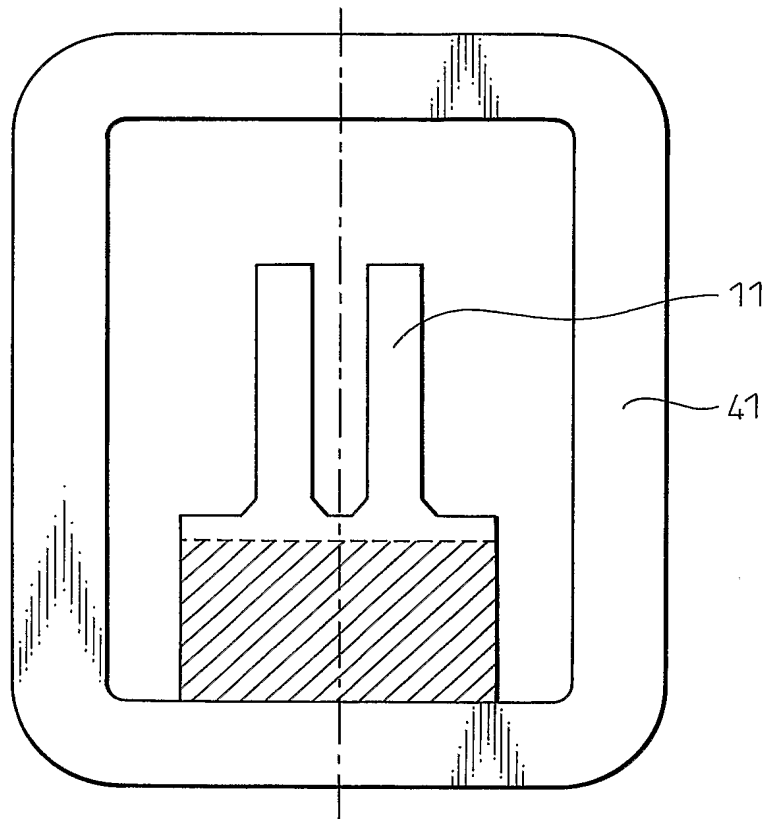


Fig.6

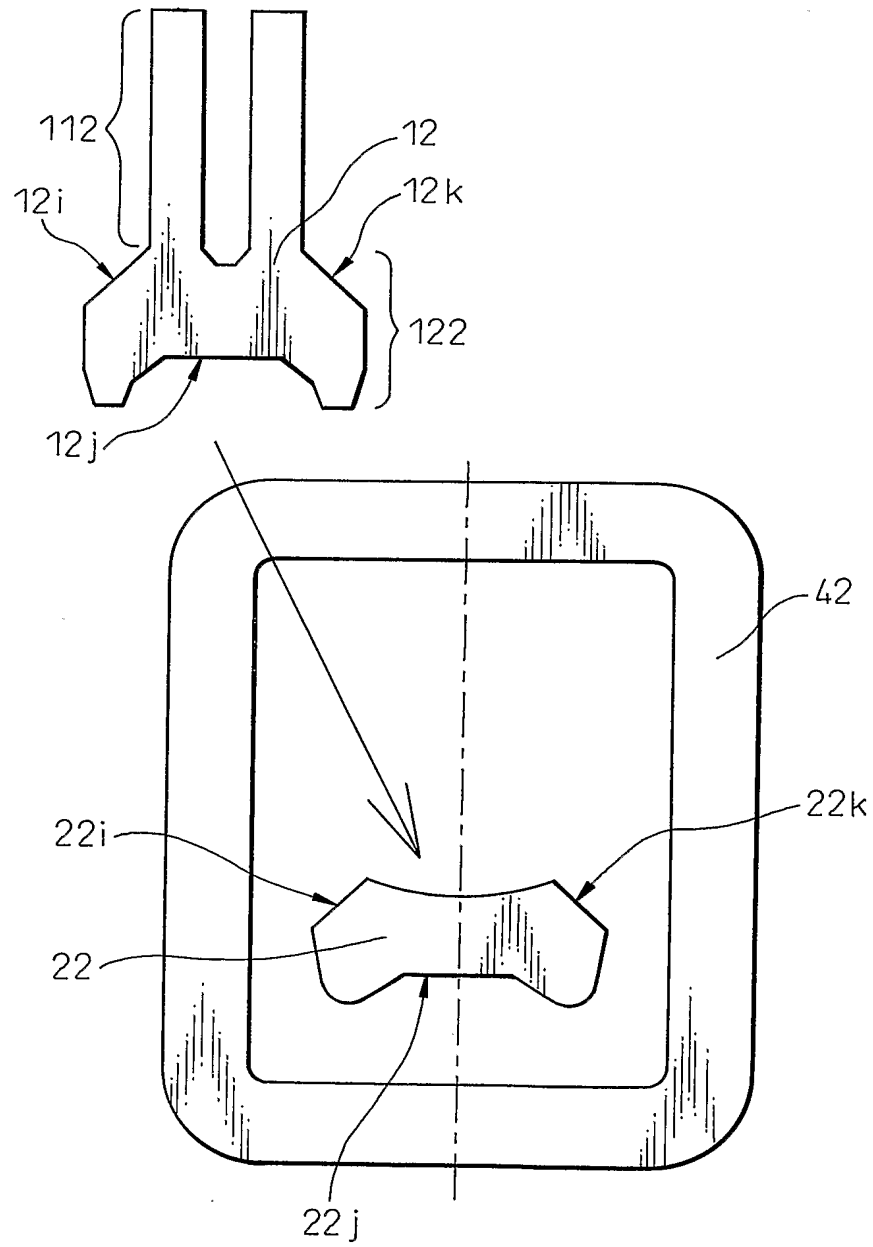


Fig.7

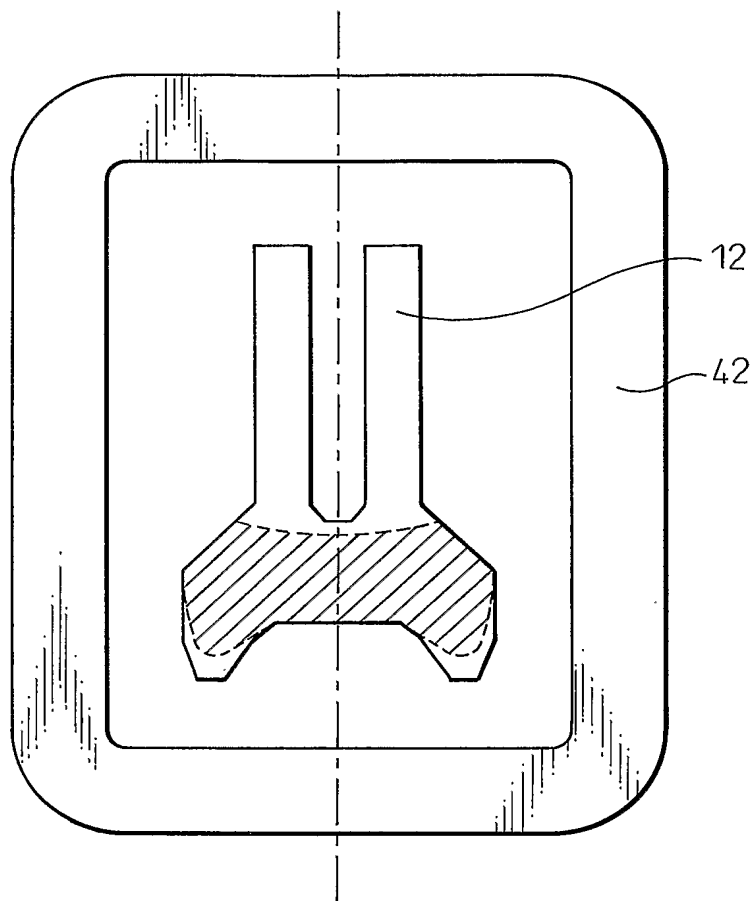


Fig.8A

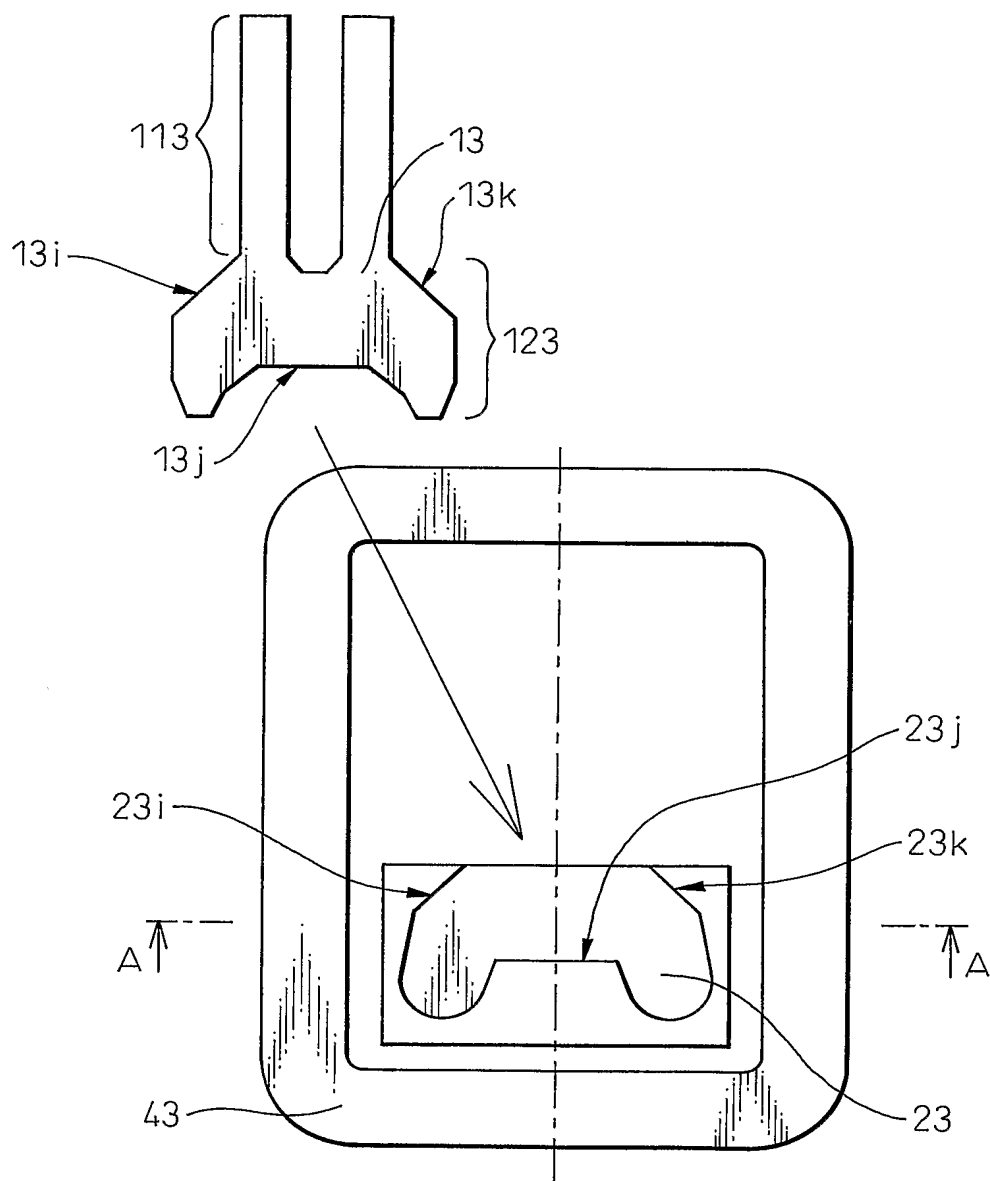


Fig.8B

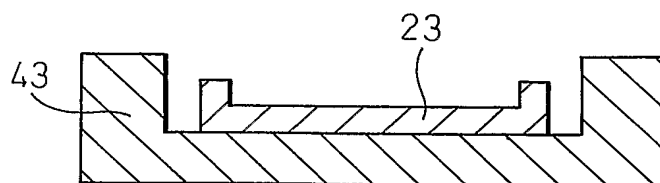


Fig.9

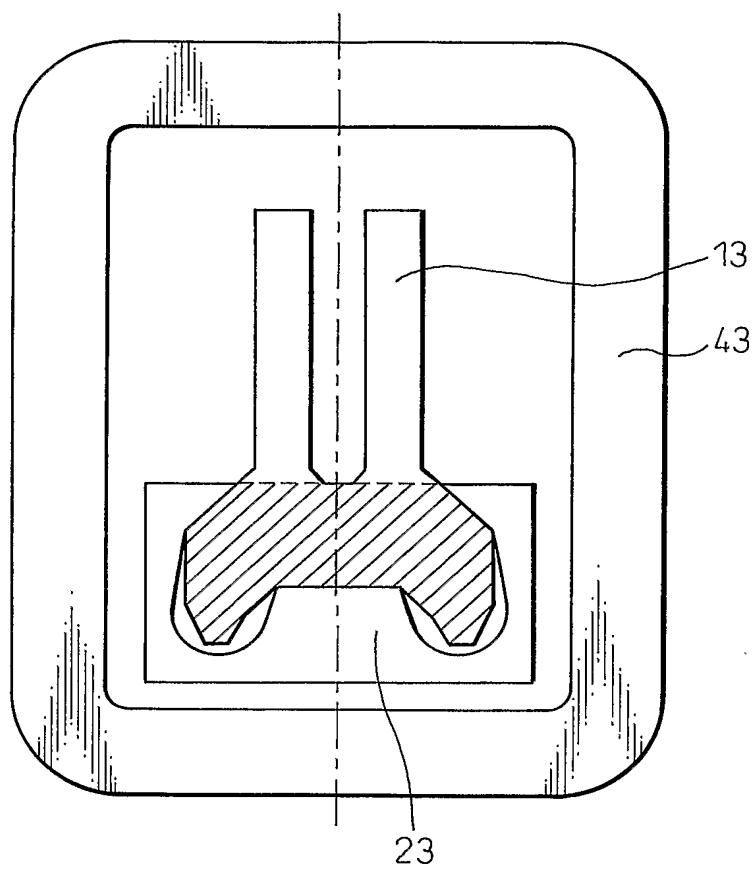


Fig.10A

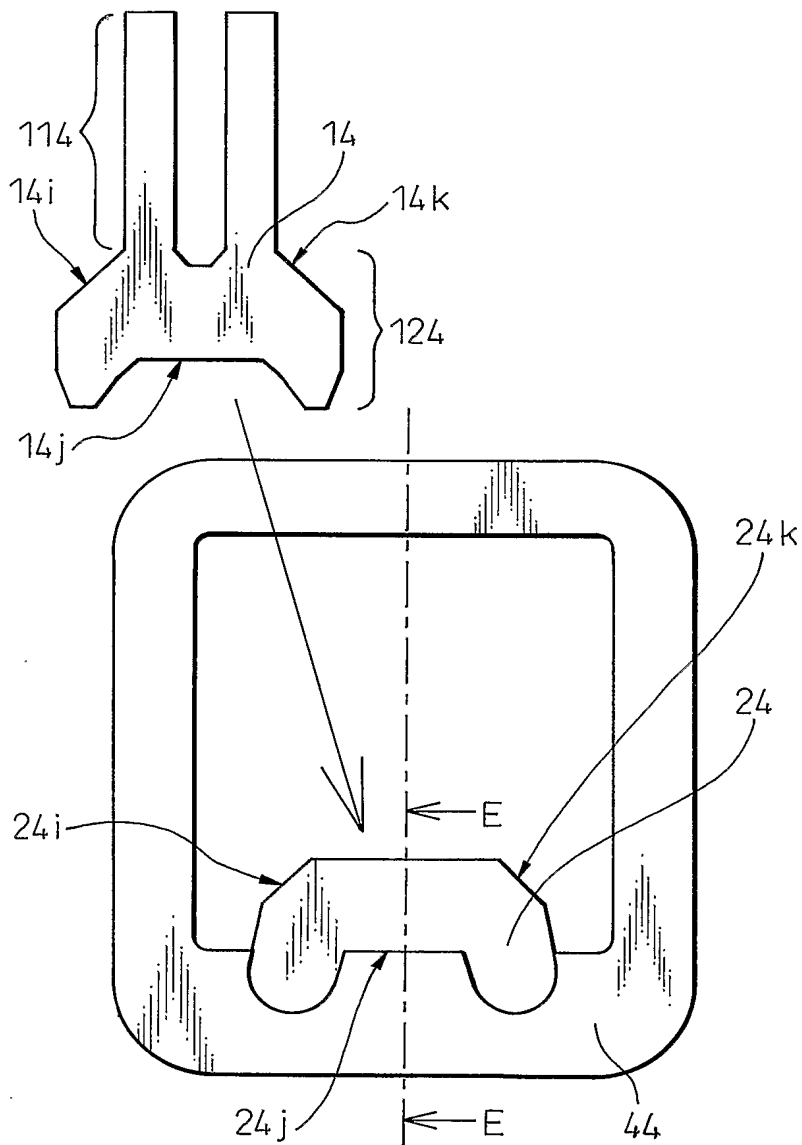


Fig.10B

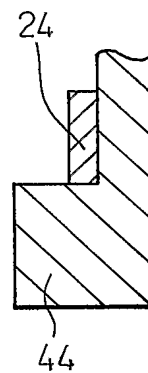


Fig.11

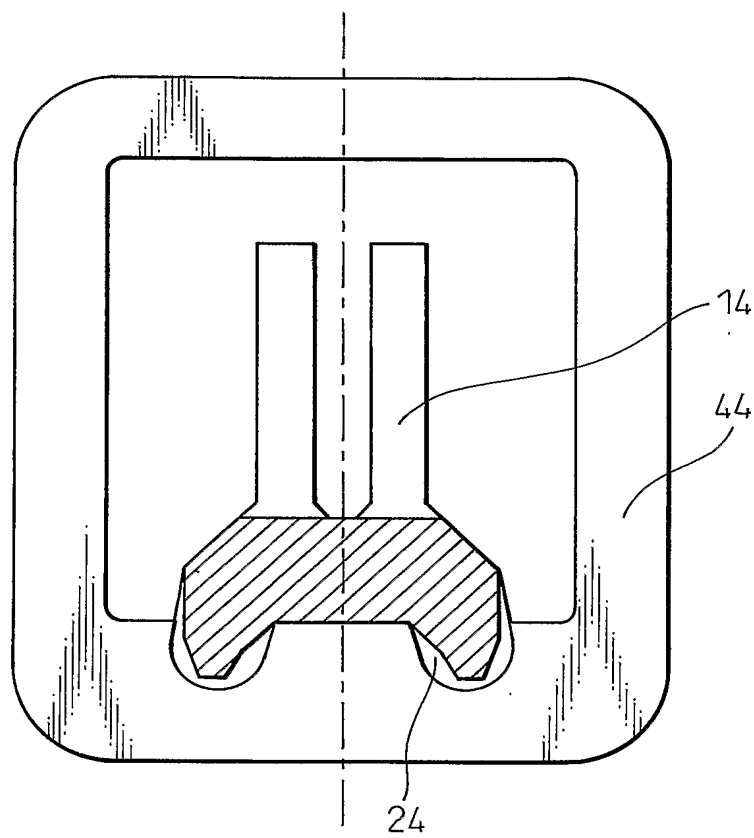


Fig.12A

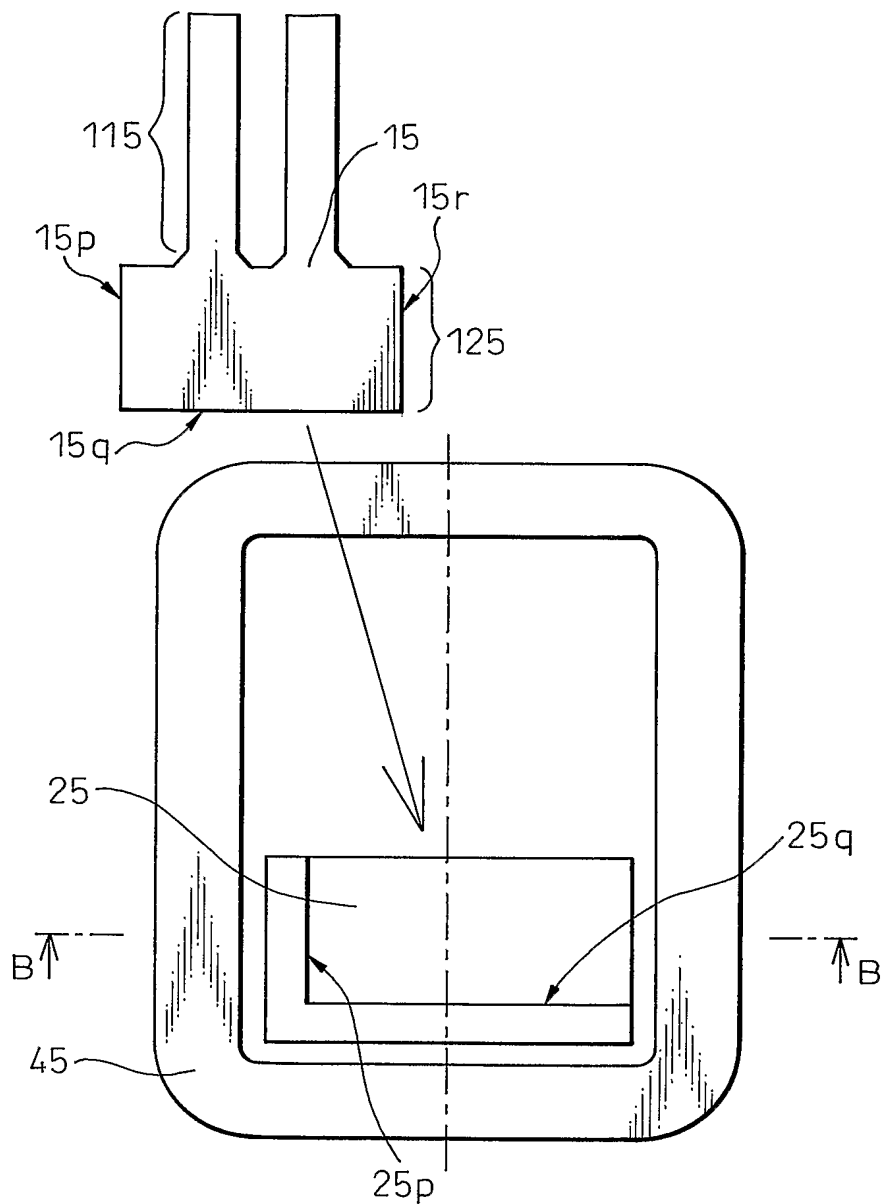


Fig.12B

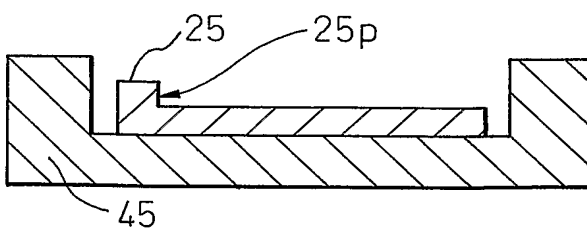


Fig.13A

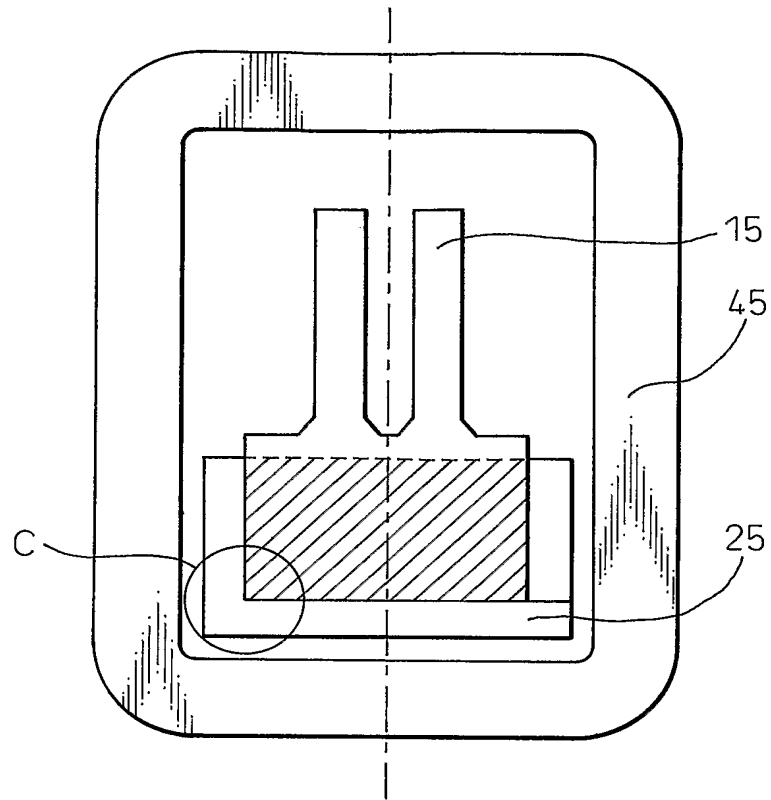


Fig.13B

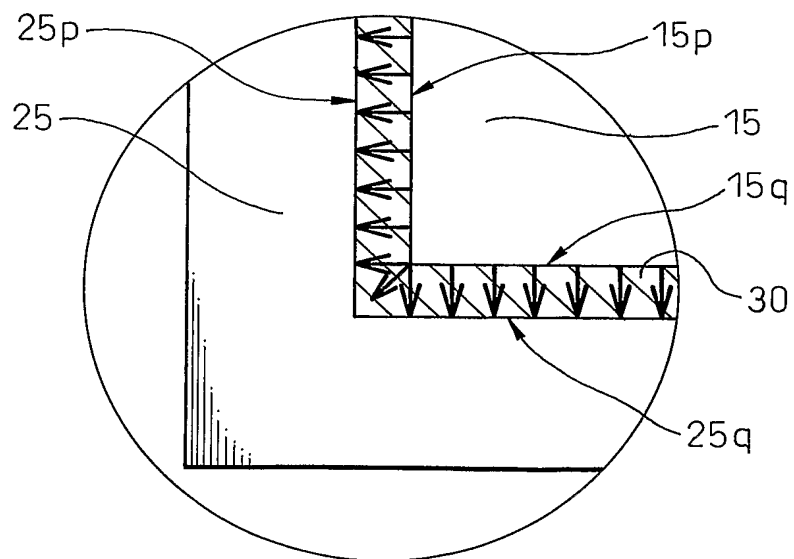


Fig.14A

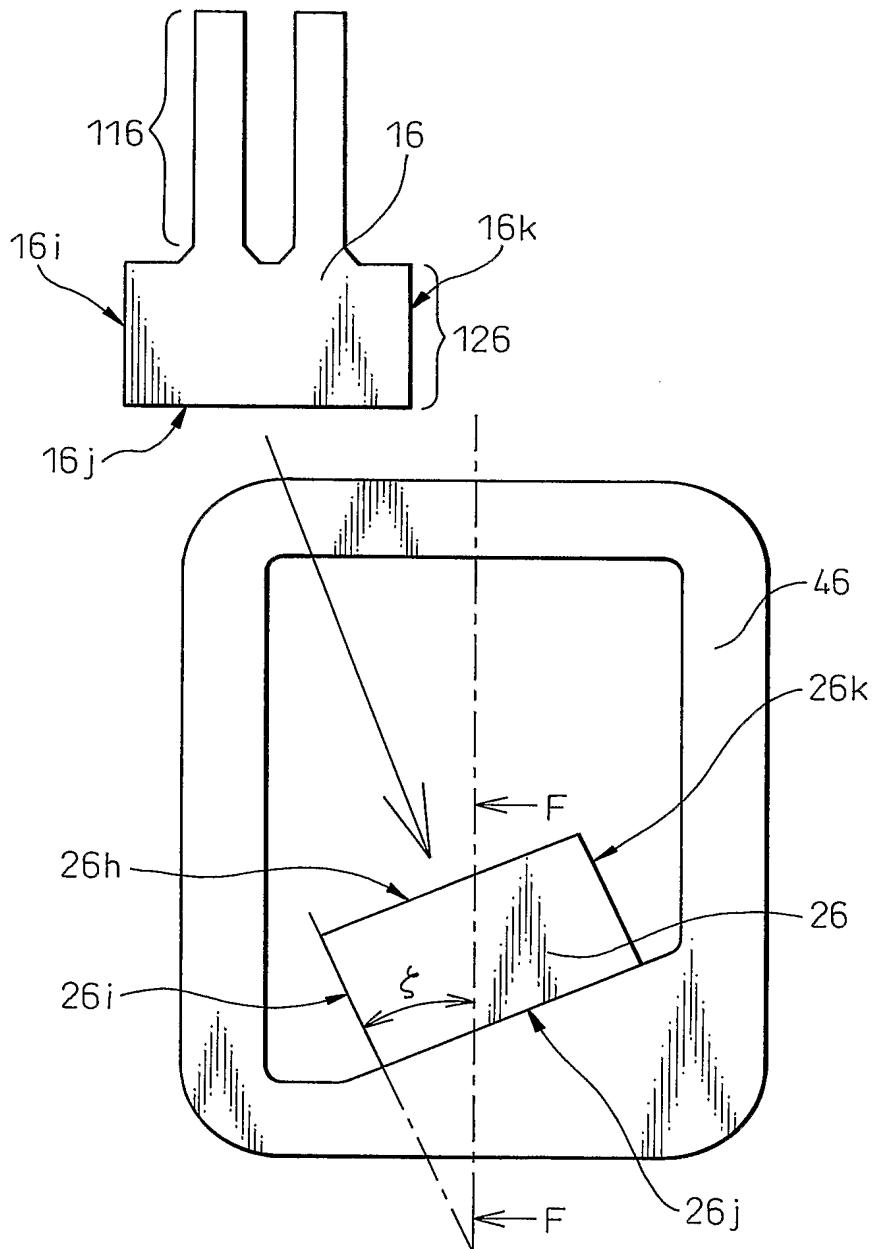


Fig.14B

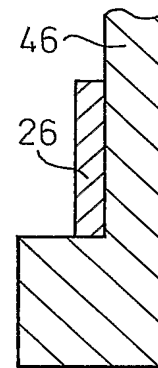


Fig.15

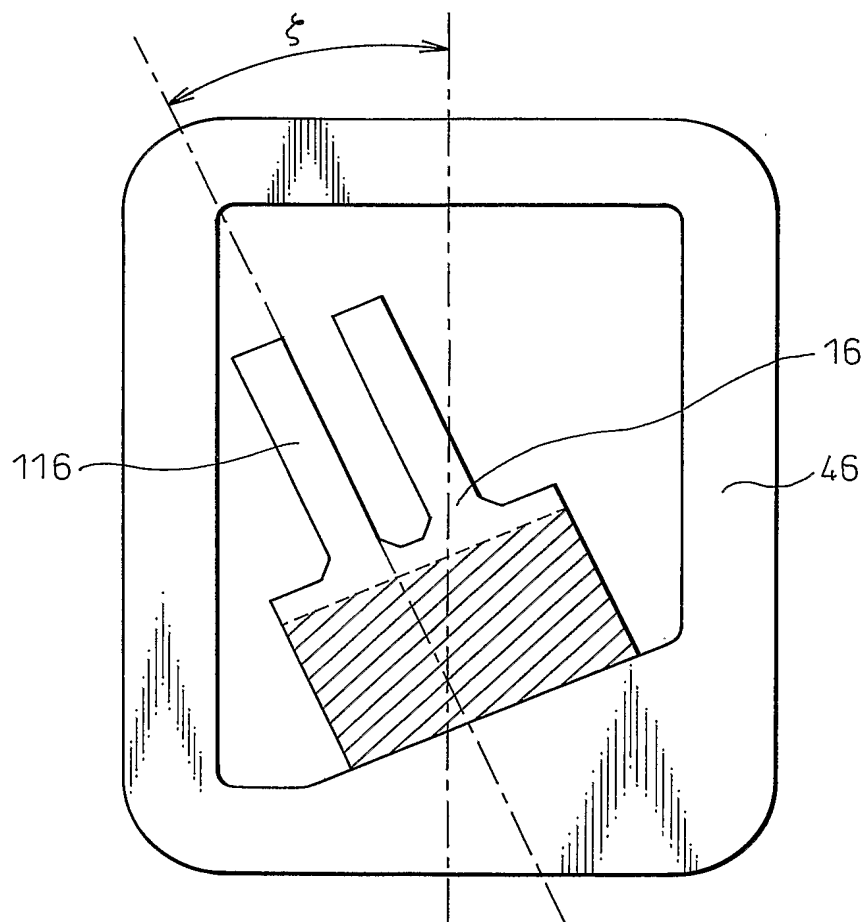


Fig.16A

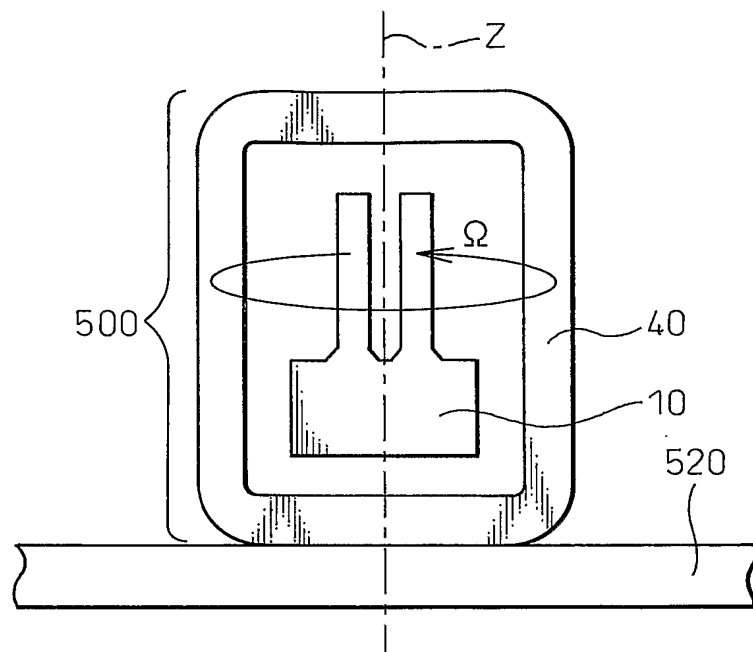


Fig.16B

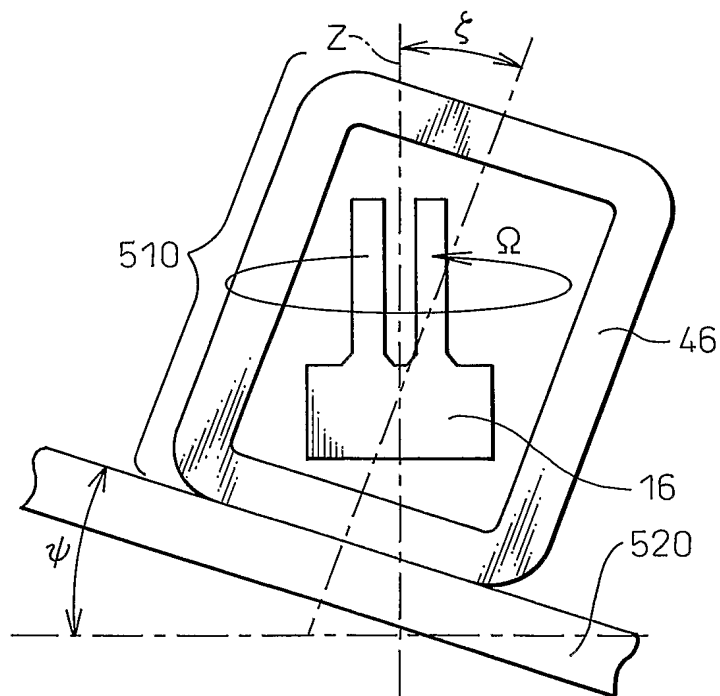


Fig.17

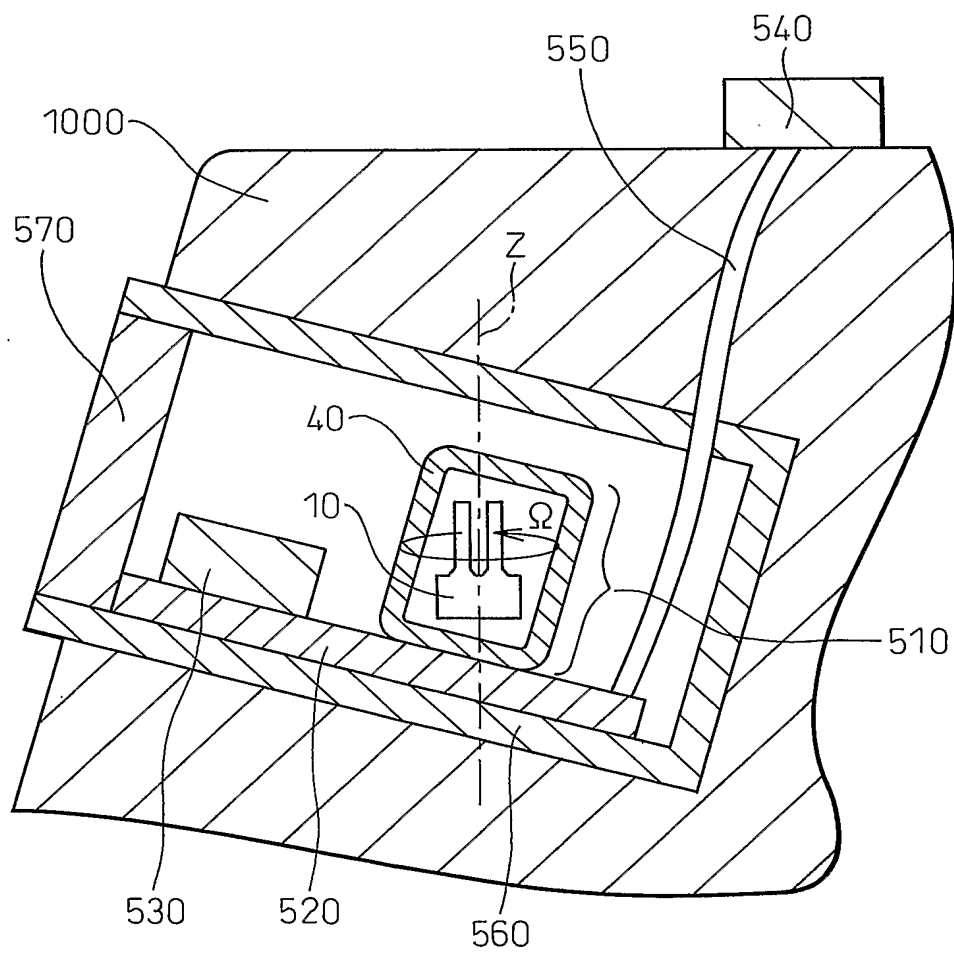


Fig.18

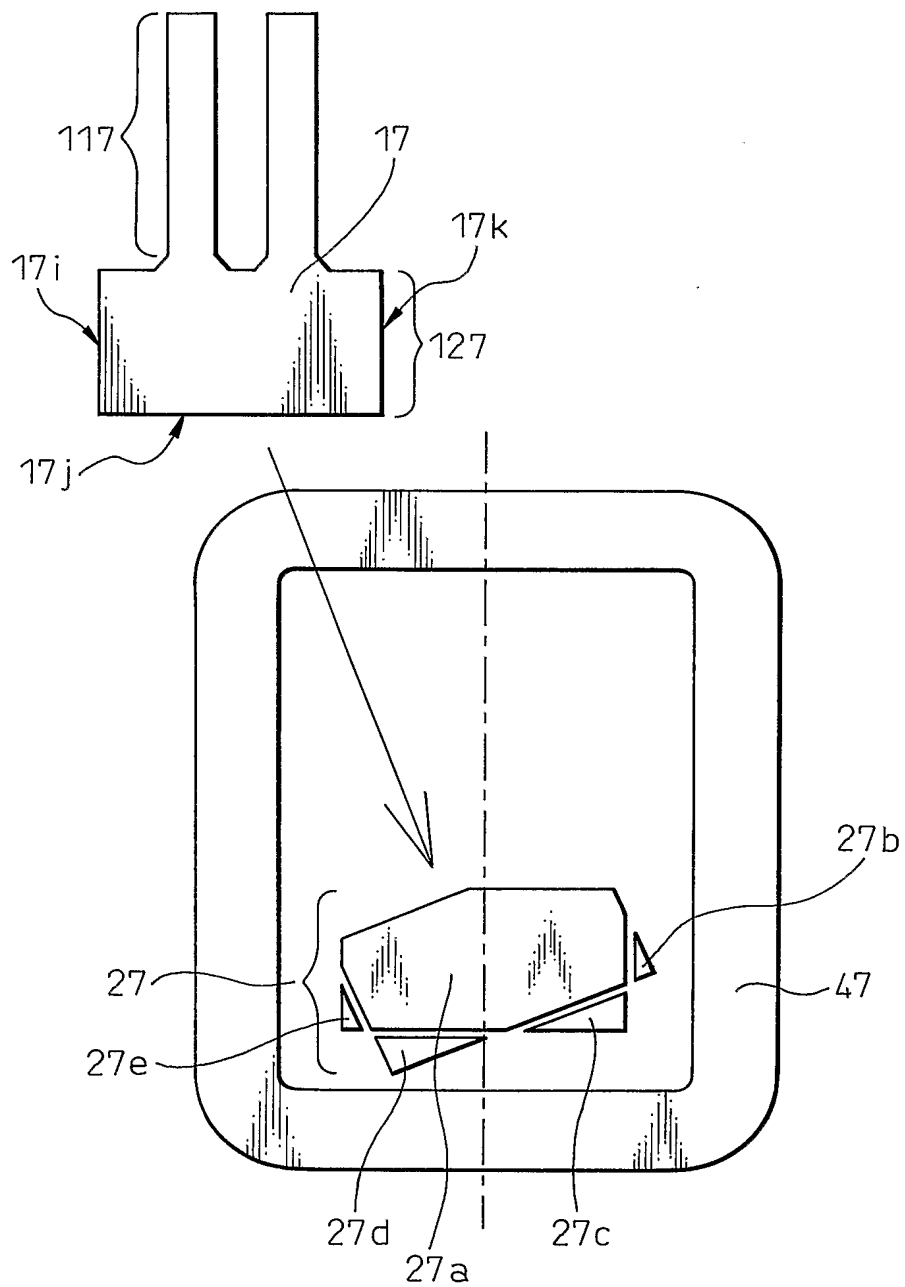


Fig.19

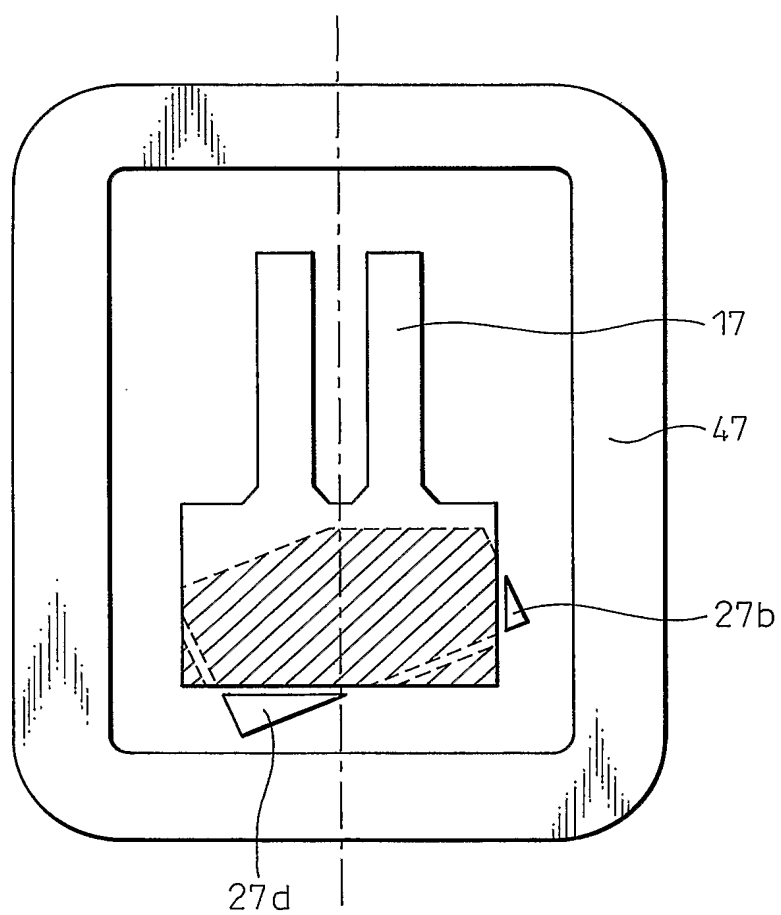


Fig. 20

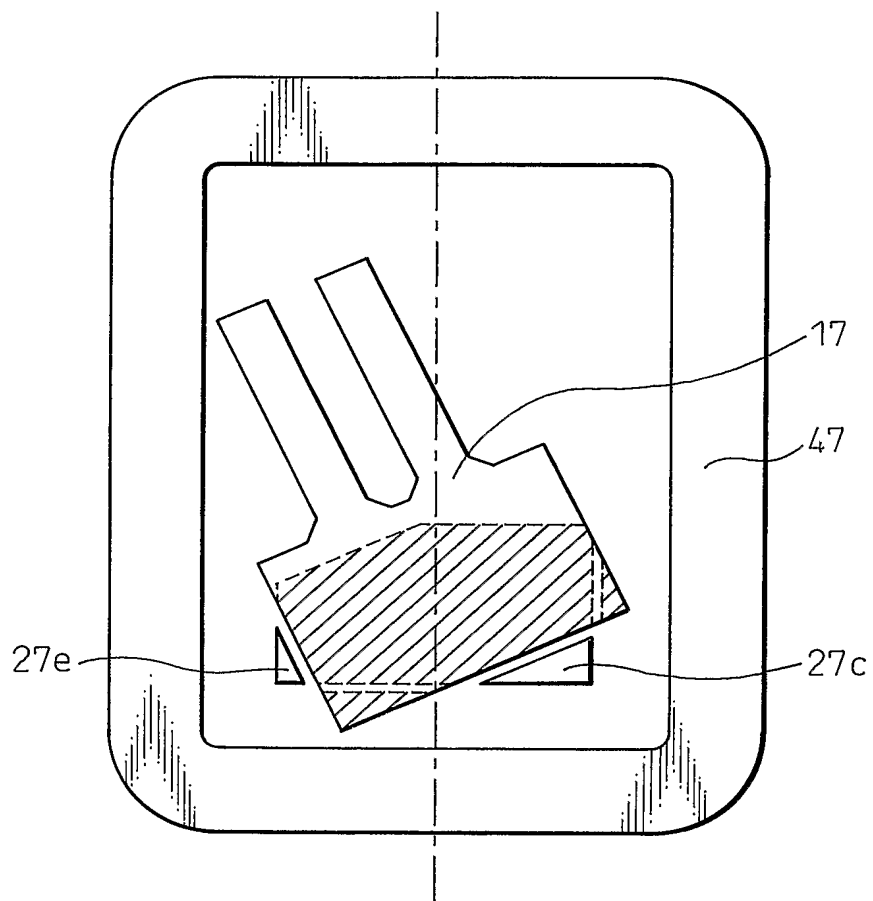


Fig.21

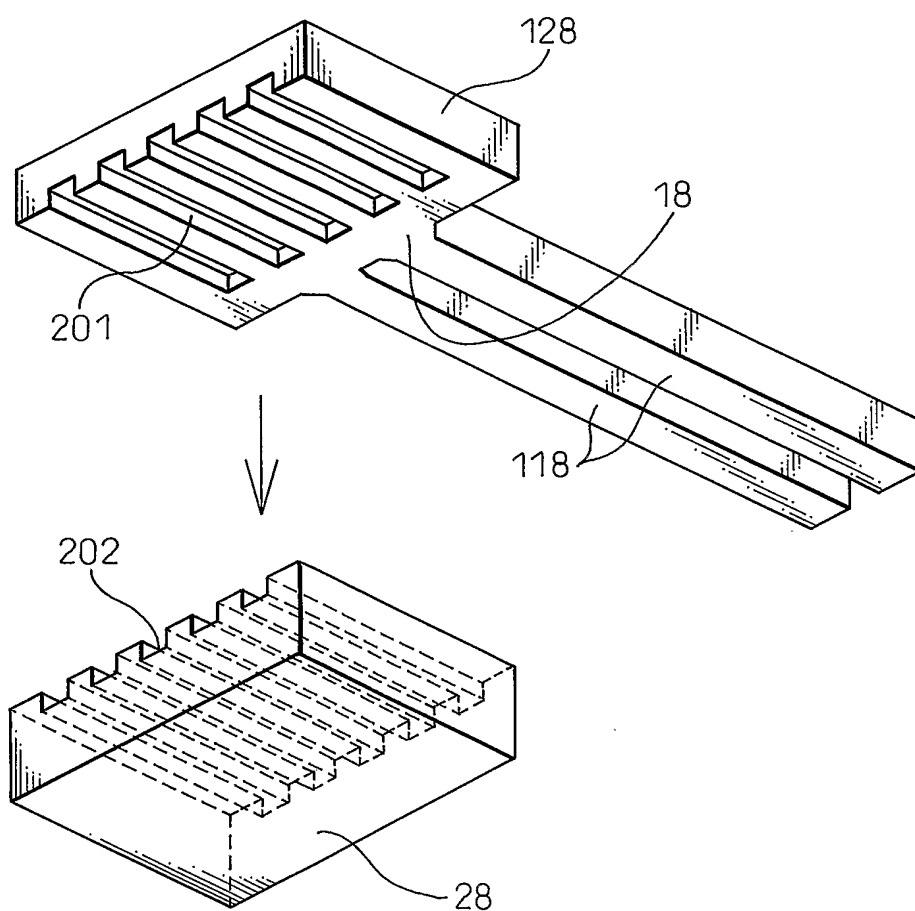


Fig.22

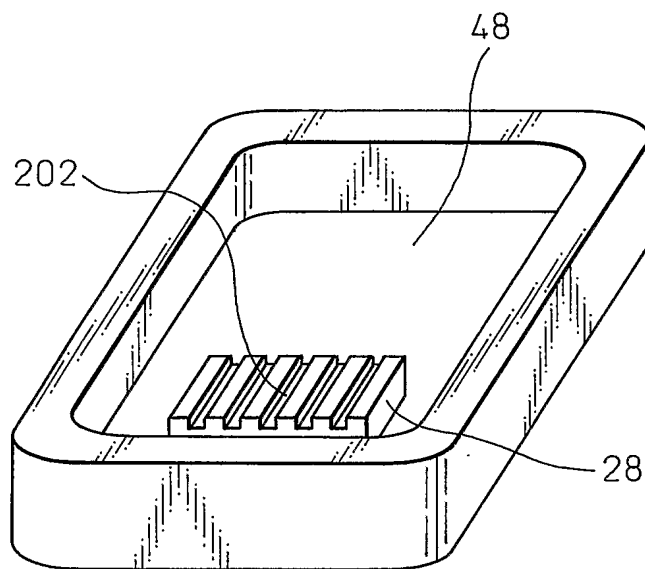


Fig.23

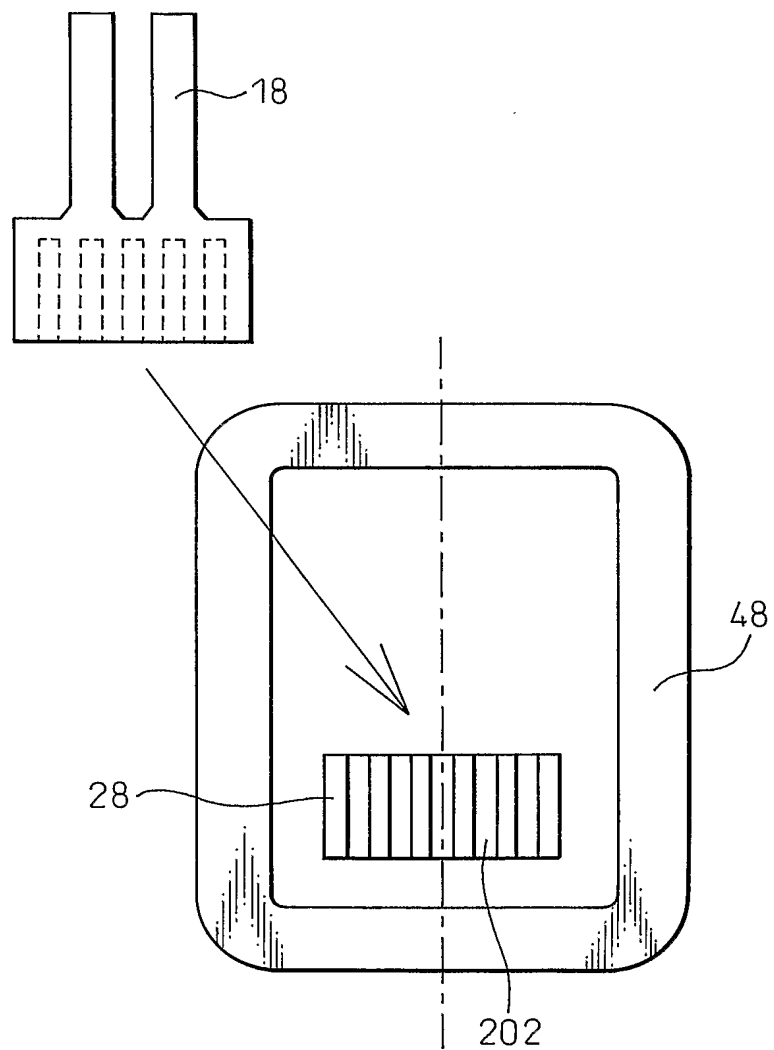


Fig.24

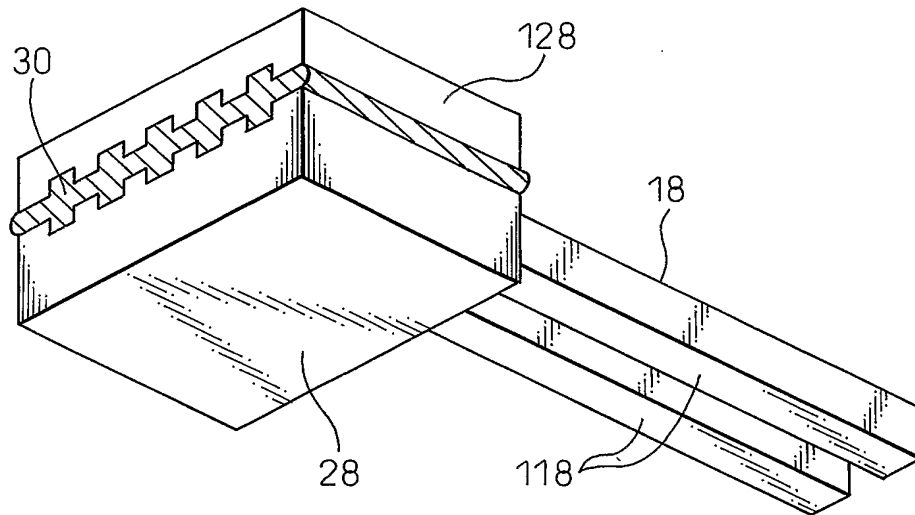


Fig.25

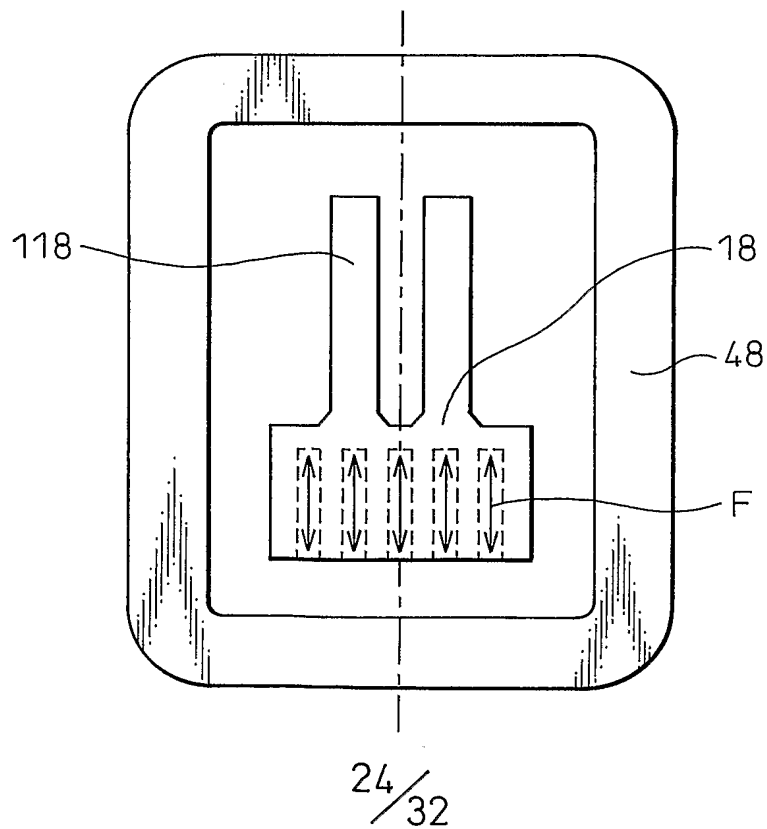


Fig.26

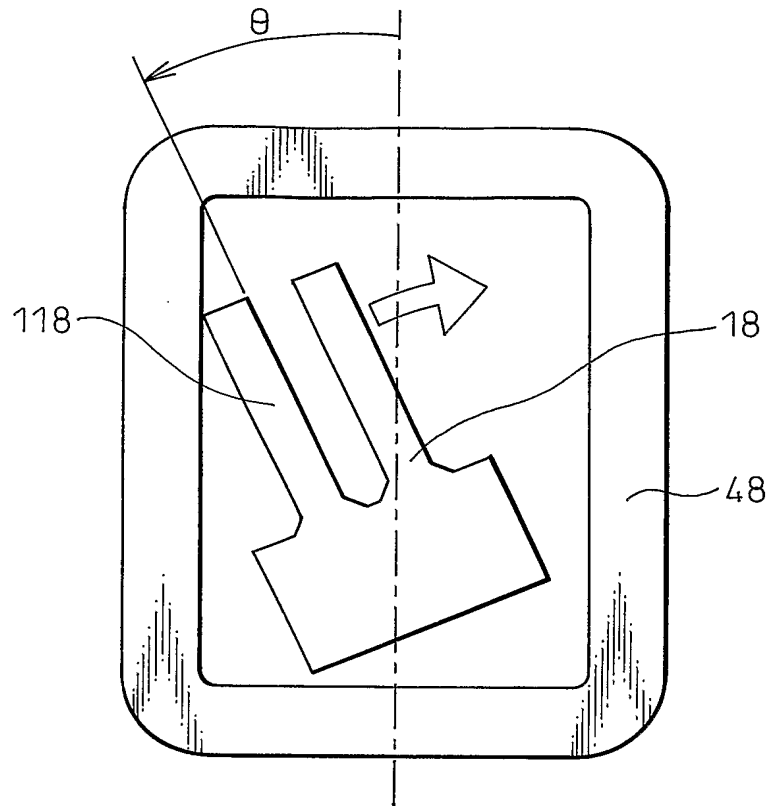


Fig.27

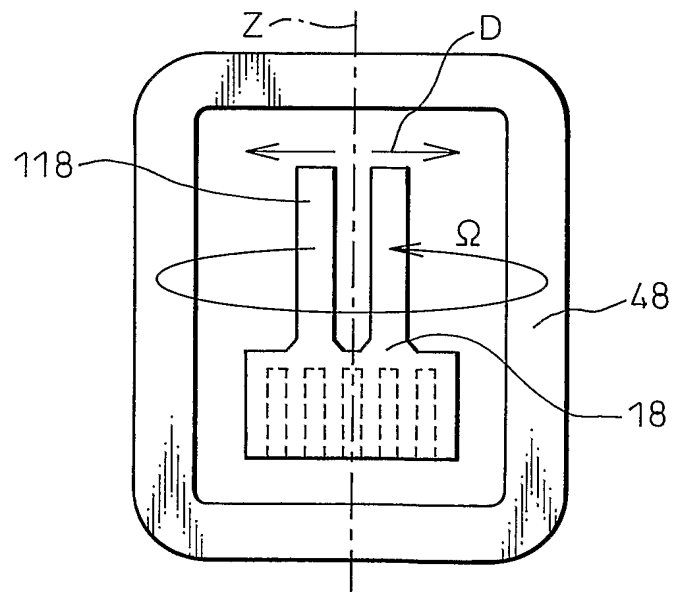


Fig.28

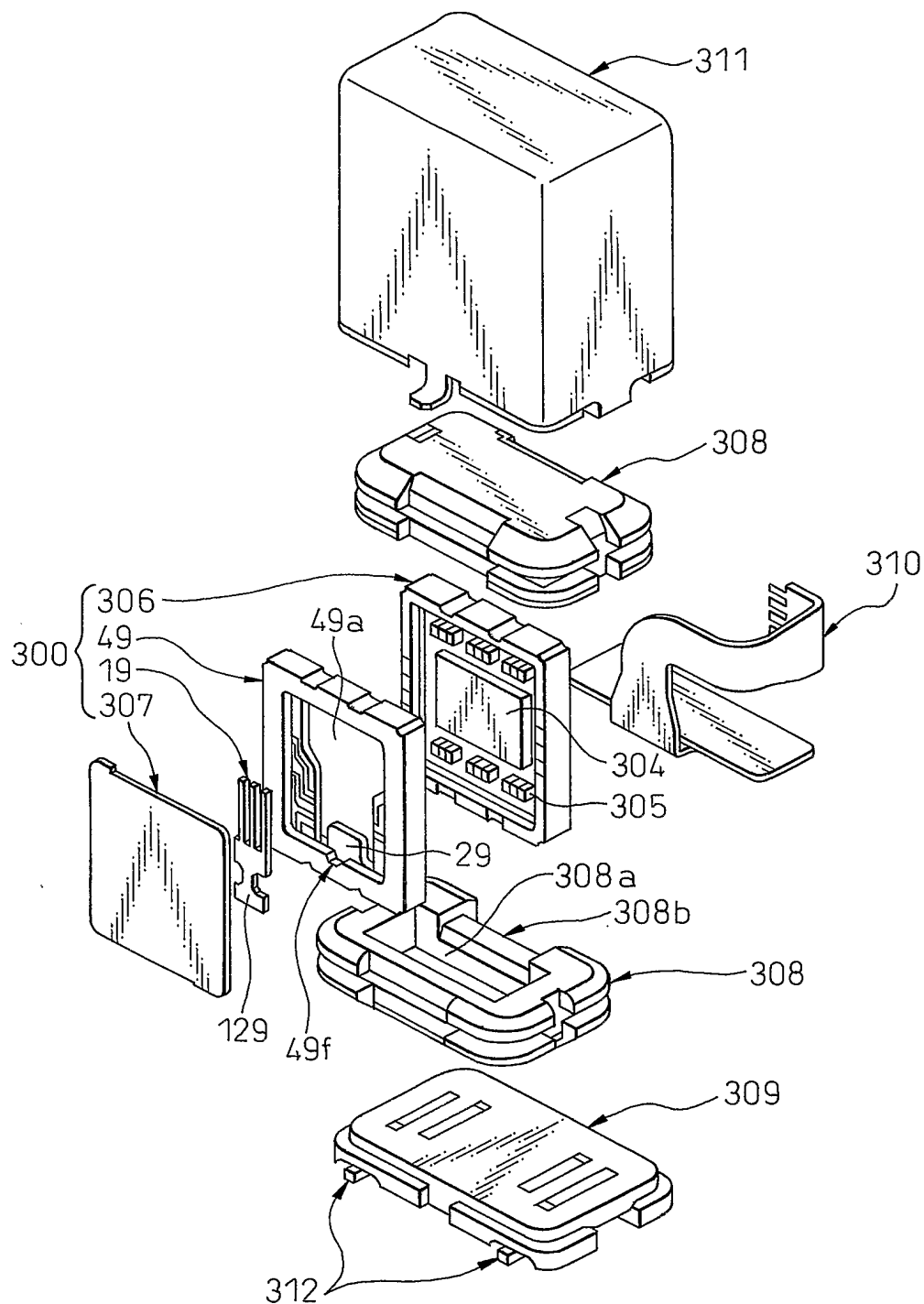


Fig.29

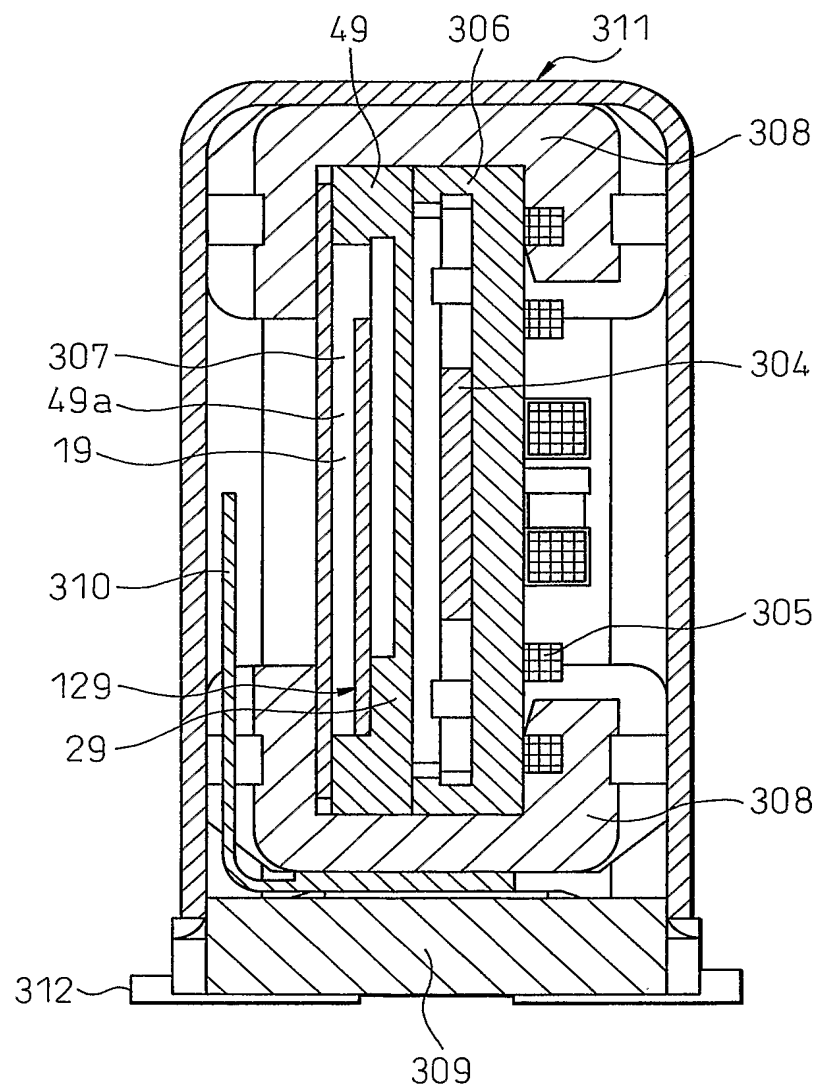


Fig.30

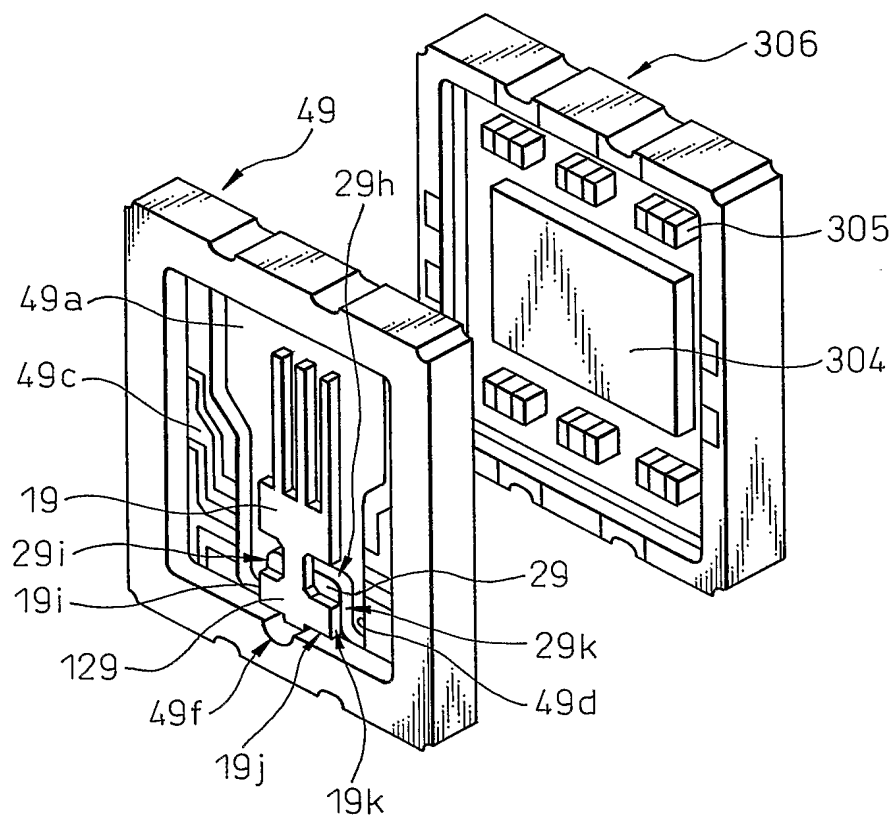


Fig.31A

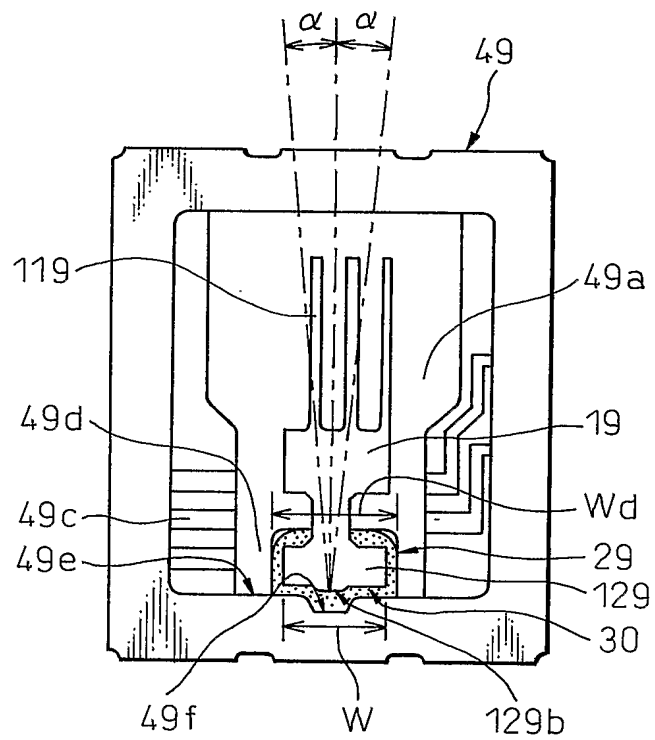


Fig.31B

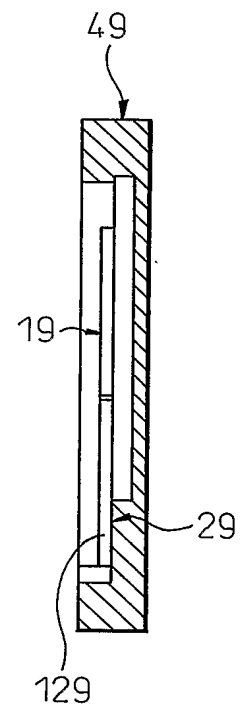


Fig.32A

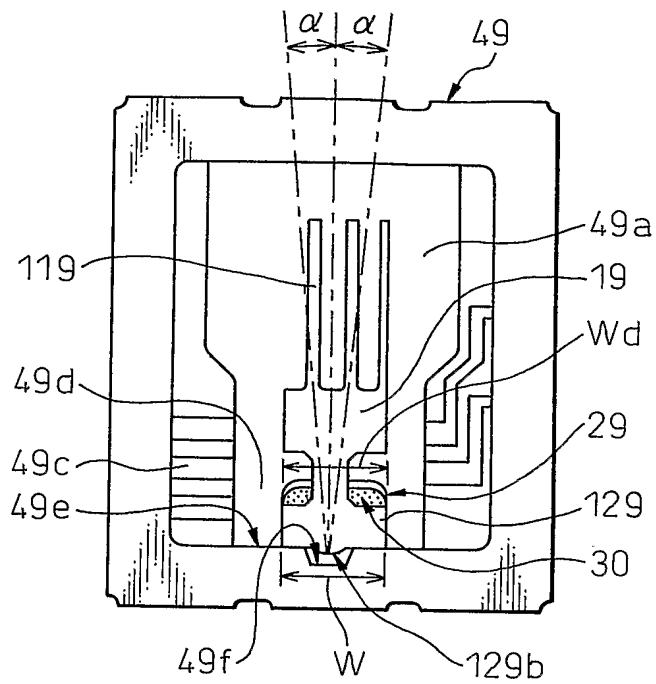


Fig.32B

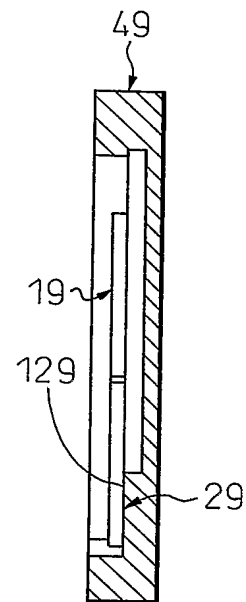
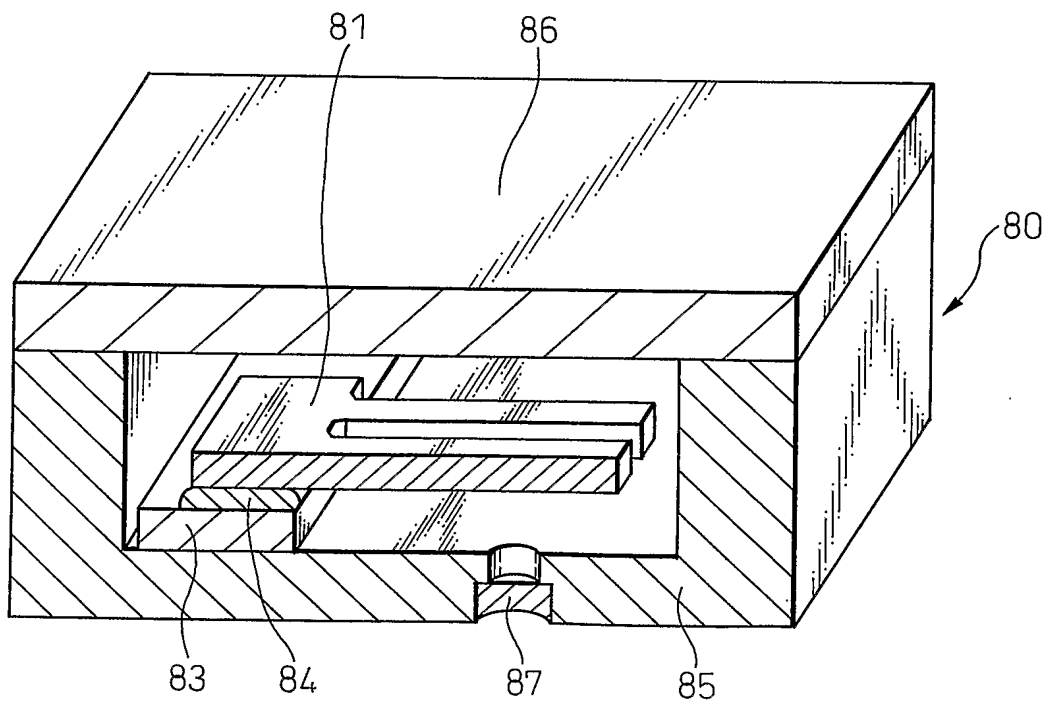


Fig.33



Q

Fig.34A

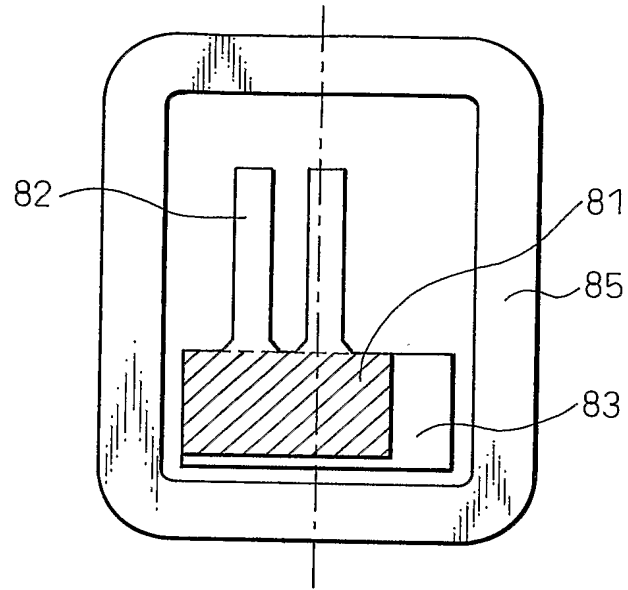


Fig.34B

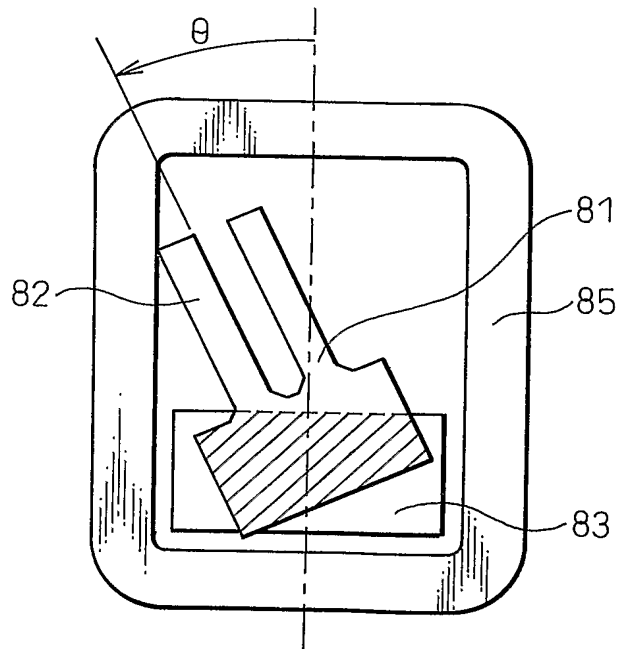


Fig.35

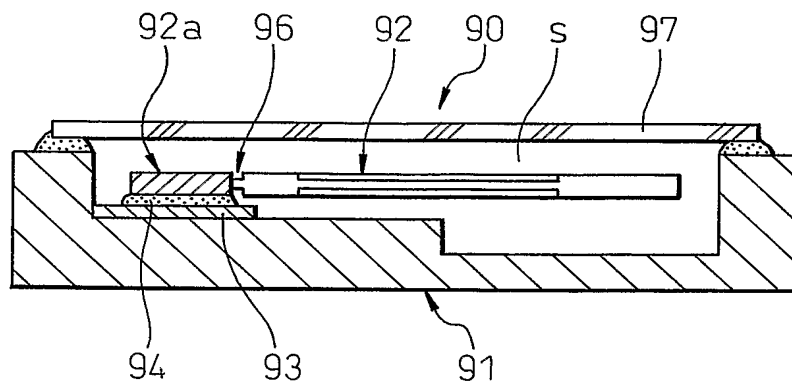
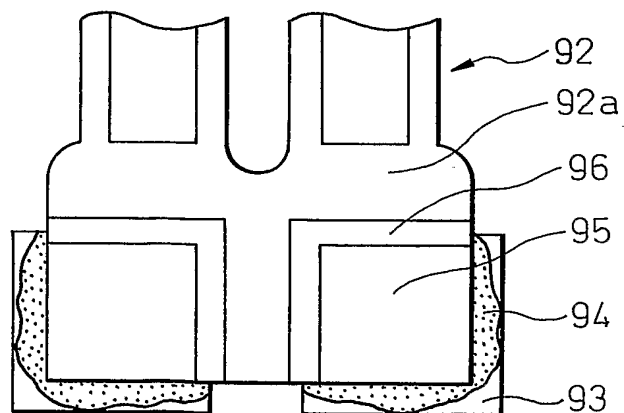


Fig.36



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/003429

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G01C19/56, G01P9/04, H03H9/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G01C19/56, G01P9/04, H03H9/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 10-38579 A (Fujitsu Ltd.), 13 February, 1998 (13.02.98), Par. No. [0025] (Family: none)	1, 17-18, 24-25, 36 2-4, 6-14, 19-21, 23, 26-33
X	JP 8-65051 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 08 March, 1996 (08.03.96), Par. No. [0051]; Fig. 2 (Family: none)	1-2, 17-19, 24-25, 36 3-4, 6-14, 20-21, 23, 26-33
Y		



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
24 May, 2005 (24.05.05)

Date of mailing of the international search report
07 June, 2005 (07.06.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/003429

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 3014/1992 (Laid-open No. 63118/1993)	1, 17-18, 24-25, 36
Y	(Kyocera Corp.), 20 August, 1993 (20.08.93), Par. No. [0026] (Family: none)	2-4, 6-14, 19-21, 23, 26-33
Y	JP 2001-116551 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 April, 2001 (27.04.01), Par. No. [0012]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	2-4, 6-14, 19-21, 23, 26-33
Y	JP 11-230758 A (Miyota Co., Ltd.), 27 August, 1999 (27.08.99), Fig. 1 (Family: none)	2-4, 6-14, 19-21, 23, 26-33
Y	JP 2003-214855 A (Denso Corp.), 30 July, 2003 (30.07.03), Fig. 1 & DE 19756552 A1 & US 6101878 A1	2-4, 6-14, 19-21, 23, 26-33
A	JP 5-114800 A (Toshiba Corp.), 07 May, 1993 (07.05.93), Full text; all drawings & US 5205032 A	1-4, 6-14, 17-21, 23-33, 36

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/003429

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Since self-alignment utilizing surface tension in the oscillator device is a prior art, the inventions in Claims 1, 17-18, 24-25, and 36 are not novel. Claims 2-4, 6-14, 19-21, 23, and 26-33 are the inventions in which the outline of the base part is approximately aligned with the outline of the pedestal, Claims 5 and 22 are the inventions in which the pedestal is formed of a plurality of projected parts, and Claims 15-16 and 34-35 are the inventions which use a plurality of grooves positioned parallel with each other. However, there is no technical relation in the meaning of PCT Rule 13 among these inventions.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-4, 6-14, 17-21, 23-33, 36

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G 01 C 19 / 56, G 01 P 9 / 04, H 03 H 9 / 10

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G 01 C 19 / 56, G 01 P 9 / 04, H 03 H 9 / 10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 10-38579 A(富士通株式会社) 1998.02.13, 段落[0025] (ファミリーなし)	1, 17-18, 24-25, 36
Y		2-4, 6-14, 19-21, 23, 26-33

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

24.05.2005

国際調査報告の発送日

07.6.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

有家 秀郎

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

2S

9402

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 8-65051 A(株式会社村田製作所) 1996. 03. 08, 段落[0051], 第 2 図 (ファミリーなし)	1-2, 17-19, 24-25, 36 3-4, 6-14, 20-21, 23, 26-33
X Y	日本国実用新案登録出願 4-3014 号 (日本国実用新案登録出願公開 5-63118 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM(京セラ株式会社) 1993. 08. 20, 段落[0026] (ファミリーなし)	1, 17-18, 24-25, 36 2-4, 6-14, 19-21, 23, 26-33
Y	JP 2001-116551 A(松下電器産業株式会社) 2001. 04. 27, 段落[0012], 第 1 図-第 3 図 (ファミリーなし)	2-4, 6-14, 19-21, 23, 26-33
Y	JP 11-230758 A(ミヨタ株式会社) 1999. 08. 27, 第 1 図 (ファミリーなし)	2-4, 6-14, 19-21, 23, 26-33
Y	JP 2003-214855 A(株式会社デンソー) 2003. 07. 30, 第 1 図 &DE 19756552 A1 &US 6101878 A1	2-4, 6-14, 19-21, 23, 26-33
A	JP 5-114800 A(株式会社東芝) 1993. 05. 07, 全文全図 &US 5205032 A	1-4, 6-14, 17-21, 23-33, 36

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

振動子デバイスにおける、表面張力を利用したセルフアラインメントは、従来技術であり、請求の範囲1, 17-18, 24-25, 36に記載される発明は新規性を有さない。

請求の範囲2-4, 6-14, 19-21, 23, 26-33は、基部と台座の外形を概略整合させるものであり、請求の範囲5, 22は、台座を複数の凸部から形成するものであり、請求の範囲15-16, 34-35は、平行する複数の溝を用いるものである。しかしながら、これらの間に、PCT規則13の意味における技術的な関連は存在しない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

1-4, 6-14, 17-21, 23-33, 36

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。